EAL

岡山大學
農學部學術報告
第4号

SCIENTIFIC REPORTS
OF THE
FACULTY OF AGRYCULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY

No. 4.

昭和29年3月
MARCH 1954

岡山大学農学部発行

PUBLISHED BY THE FACULTY OF AGLICULTURE
OKAYAMA UNIVERSITY, OKAYAMA, JAPAN

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/scientific-reports-faculty-of-agriculture-okayama-uni_1954-03_29_4

目　次

太田勝一・小合龍夫・笹井一男：作物の塩害に関する研究（Ⅶ）……1
第7報　小麦の塩害と金属代謝

菅井一男：コリデール種仔緬羊における尾毛と羊毛タイプとの関係について…7
第2報　仔緬羊の尾毛繊度について

安田勲・横山二郎：日照時間の長短が Gladiolus の成育，開花に及ぼす影響……12
第2報　夏に於ける10及び11時間日照時の影響

岡崎光良・安井公一：富有柿のガス貯蔵に関する研究（第Ⅰ報）……23

和田宏：牡牛精液ヒヤルロニダーゼの実験的不活性化及びその阻止……32

池田長守・宇渡清六：薄荷の育種学的研究　第2報……43
核学的考察に據る薄荷属の系統学的研究

畔柳鎮：木材並びに樹木の分光化学的研究……50
第Ⅴ報　内標準法による，木材，樹木並びに土壌試料の分光定量分析について

Contents

ŌTA, K., OGŌ, T. and K. SASAI:

Studies on the salt injury on the crops (VII). 1

Relation between the metallic elements metabolism of wheat and the salt injury.

SUGAI, K.:

The lamb's tail wool in relation to wool type in the Corriedale sheep. ... 7

(2) On the wool fineness of the lamb's tail.

YASUDA, I. and J. YOKOYAMA:

Effect of day length on growth and flowering of Gladiolus. 12

2. Effect of day length of 10 and 11 hours in summer.

OKAZAKI, M. and K. YASUI:

Studies on Gas-storage of Kaki Fruits (*Diospyros Kaki* Linn. f.). 23

WADA, H.:

Experimtal inactivation of bull semen hyaluronidase and preservation of its activity. 32

IKEDA, N. and S. UDO:

Studies of Mint Breeding II. 43

Karyological Consideration on the Phylogeny of the Genus *Mentha* L.

KUROYANAGI, S.:

Spectrochemical studies of woods and trees. 50

(V) On the quantitative spectrographic analysis of wood, tree and soil samples by the internal standard method.

作物の塩害に關する研究（VII）

第7報　小麦の塩害と金属代謝

太田勝一*・小合龍夫**・笹井一男**

Studies on the salt injury on the crops (VII)
Relation between the metallic elements metabolism of wheat and the salt injury.

Katsuichi ŌTA, Tatsuo OGŌ and Kazuo SASAI

The authors studied the relation between the metallic elements metabolism of wheat and the salt injury, having used a local variety, "Nōrin 52", and determined by emission-spectro-analysis the content of the following 10 metallic elements in the tops of plants: Fe, B, Si, P, Mn, Mg, Ca, Cu, Na, and K. Especially the Na contents in all the leaves, all the internodes and the ear were determined separately. The results were summarized as follows:

1) The great increase of Na content was observed in the tops of plants grown in the nutrient solutions containing NaCl, but the increase of K content was slight and the others tended to decrease as far as this experiment goes.

2) In regard to the Na-distribution in the tops of plants, it was found that the Na content was the greatest in the stem, next in amount in the leaves and least in the ear. The content was nearly equal in the all internodes, but it was larger in both the upper and lower leaves than in the intermediate leaves.

3) As far as this experiment is concerned, the so-called "salt injury" seems to be caused by both the combined effects produced by high concentrations of all salts and the secondary and tertiary effects that originate from combinations of different salts.

緒　　言

筆者等は先に作物に対する塩類の影響について水稲及び小麦を供試し，それ等の塩類と発芽，伸育との関係及び出穂，稔実との関係，或は塩分濃度と吸水との関係，或は炭水化物代謝との関係，或は酵素との関係，或は発根との関係等について研究成績を報告した．

その結果何れも比較的高濃度の塩分は常に悪影響があり，すべての生理現象を悪化せしめる事実を知つた．茲に於て筆者等は更に起因の一つと考えられる NaCl の吸収，蓄積と他要素との関係について実験を行い，極めて概略の結果を得たのでこゝに報告する．

尚本実験を行うに当り，本学部畔柳鎮，石川達芳の両氏に多大の援助を得た．記して謝意を表する．

實　驗　方　法

1） 金属元素の消長

小麦農林52号を用い，12月5日1/5万 Wagner-pot に播種し，試験区を塩分濃度（NaCl%）の0%，0.5%，1.5%の3区に分けた．3月19日それ等の地上部を採取し，分析に供した．当時の

* 岐阜大学農学部作物学研究室　　** 岡山大学農学部作物学第一研究室

葉数は何れも9枚で，草丈は0%区：46.2cm内外，0.5%区：42.0cm内外，1.5%区：23.6cm内外であつた．

2) Na 元素の体内分布

小麦農林52号を10月18日 1/2万 Wagner-pot に播種し，11月13日に至つて，1.5 NaCl%区及び標準区の2試験区を設けた．1) と同様 3月19日葉は葉位別に，茎は節位別に採取して分析に供した．

尚何れも砂耕栽培とし，温室内で生育せしめた．用いた培養液の処方は次の如くである．

A 液		B 液	
K_2HPO_4	18 g	$Ca(NO_3)_2$	9 g
$(NH_4)_2SO_4$	9 g	蒸溜水	2.4 l
$MgSO_4$	24 g		
蒸溜水	2.4 l		

上記原液 A, B を 50 cc 宛，1l の水道水に稀釈した．

分析は何れも発光分光分析に従つた．電源は交流 100 V，フオイスナー型島津火花発生装置を使用した．電極には純炭素棒を用い，その一端に予め灰化せしめておいた試料を充填した．火花スペクトルは島津水晶分光写真機 Q-F 60型で撮影した．尚スリットは0.05 mm，露出時間は2分間とし，各試料共，露出前30秒間の予備放電を行つた．乾板は富士分光写真用乾板（プロセス），現像は F-D-31液にて 20°C，7分間であつた．

試料内の各元素濃度は乾板をスリット 0.1mm×5mm の Galvanometer に依り，その黒色部を通過した光の強さを以つて示した．此の Galvoscale 上の読みは試料内の当該元素濃度と或る函数関係にある事が認められているのであるが，直接その濃度を決定するには本装置の誤差更正を必要とし，現在尚正確を期し難い点が認められるので，特に Galvoscale 上の読みを以つて記載した．従つて此の結果は他元素間の数値には何等の関係を持たない事，即ち他元素間では数値の大小が直接濃度の大小に相当し得ない事も特に附記しておく．

尚本実験により求められた元素名及びその波長は次の如くである．

元素名	波長
Fe	2395.6 Å
B	2497.7 〃
Si	2516.1 〃
P	2535.6 〃
Mn	2605.7 〃
Mg	2936.5 〃
Ca	3179.3 〃
Cu	3247.5 〃
Na	3302.3 〃
K	3440.4 〃

實驗結果

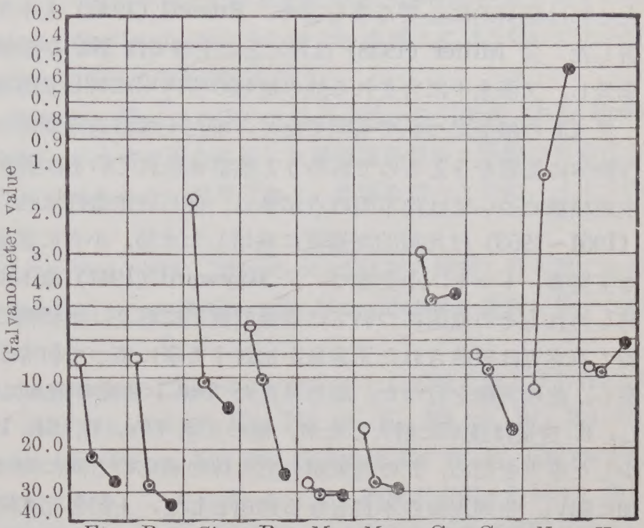
1) 金属元素の消長

結果は第1表，第1図の如くである．之に拠れば NaCl の添加量の増加に伴い，急激に体内の Na 量は増加し，K を除く他の元素は逆に何れも減少の傾向が認められる．然してその減少の度は一般に処理の事実に大きかつた．又 K は甚だ不明確であるが，やゝ増大の傾向がある．

Table 1 Relation between the metallic elements and the kinds of treatment test (Galvanometer value).

Elements \ Plot (NaCl %)	0%	0.5%	1.5%
Fe	8.5	21.7	27.0
B	8.2	28.4	34.2
Si	1.8	10.5	13.2
P	6.2	10.2	25.2
Mn	28.2	30.6	30.5
Mg	16.4	28.5	29.7
Ca	3.0	4.8	4.5
Cu	8.2	9.4	16.9
Na	11.4	1.4	0.5
K	9.2	9.8	7.3

Fig. 1 Relation between the metallic elements and the kinds of treatment test (Galvanometer value)



Notes: ○ 0%-plot; ⊙ 0.5%-plot; ● 1.5%-plot.

2) Na 元素の体内分布

茎，葉，穂各部位に於ける体内 Na の分布は第2表，第2図に示す如く，その量極めて多く，特に茎部は葉部に比し多く，穂は最も少かつた．尚茎部の節位間の差は殆んど認められず，ほゞ一様であつた．又葉に於ては止葉に多く，漸次下位葉に少くなり，更に下位葉では再び漸増の傾向が認められた．

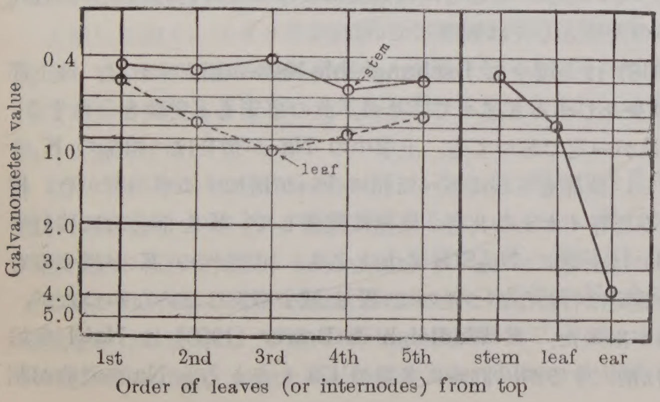
Table 2-1 Relation between the Na element and the part of wheat plant (Galvanometer value)

Leaf		Stem	
Top leaf	0.50	Top internode	0.43
2nd leaf from top	0.75	2nd internode from top	0.48
3rd 〃	1.00	3rd 〃	0.40
4th 〃	0.85	4th 〃	0.55
Lower leaves	0.70	5th 〃	0.50

Table 2-2 Mean value for above table

Leaf	Stem	Ear
0.66	0.47	3.80

Fig. 2 Relation between the Na element and the part of wheat plant (Galvanometer value)



考　察

Na が作物の生育に必要であるか否かは現今尚明にされていないが，少くともそれが作物の代謝生理に関係し，或は K の機能を代行し，或は燐酸を有効化し，或は耐旱性を増し，或は Alkaline としての働きをする

等そのgrowth及びdifferentiationに良結果を与える事実は既に多く認められた所である．即ちVolk (1945) は棉，燕麦，小麦，甜菜，Vetch，Austrian Winter Pea 等で最高収量を得るためには絶対的に必要な事を認め，Russell (1945) も小麦に於ては明に良結果が得られると報告した．又 Miller (1938) はK欠乏の土壌では Na の添加が土壌内の K を有効化して生育を助長し，又海水中に含まれる他の塩類の害作用に対して解毒的効果のある事実を認めている．

又 Cl の機能についても明でなく，唯だ土壌の有効要素含量を変化させる事等が起因となつて作物体に影響を与えるのであろうと推察せられているに過ぎず，従つて NaCl の作物体に及ぼす生理機構については尚不明の点が多い．併し之が毒性については既に幾多の報告があり，筆者等 (1951~1953) は比較的高濃度に栽培した水稲，小麦に悪影響のある事を認め，Eaton (1942) は玉蜀黍，トマト，小麦等で，又 Hayward (1941) はトマトで，同様の事実を認めているが，然し何れもその原因については理論的推察に終り，害機構の解明は今尚困難とされている．茲に於て筆者等は吸収された元素量を追跡する事に依つて何等かの端緒が得られるのではないかと推察し，此の実験を行つた．即ち与えた NaCl 濃度の増加に伴い地上部の Na 含量が急激に増加し，K 含量は僅かに増大したが，他の元素 (Fe, B, Si, P, Mn, Mg, Ca, Cu) はすべて減少した事実を認め，此の現象が一応生体の適応の方向に向けられていると推察し，更に濃度の増加に随い，生理現象の不良となる理由として，上記各元素間の適応作用力の行き過ぎから，或る必要元素の不足を来すのみならず，次第に Na，Cl の害作用が増し，之等の不均衡から来る多くの要因も加わつて，枯死するものであろうと推定する事が出来た．之が事実は Wallace (1951) が無機元素の毒性に関して，その現われる type の1つとして取り上げ，特に Na イオンの過剰は K の過剰が Mg，Ca 欠乏を来すと同様に Ca 欠乏の現象を生ずると述べ，Niklewski (1911) は Ca，Mg を含む細胞が K 又は Na 単液に浸されると水の場合に比し，拡散が大となる事を認め，三井 (1953) も同様，根圏培地の塩類に依り，根中の Ca は置換排出せられ，Ca の減少を来すと述べた結果と一致する所である．又 Wallace (1951) は Na，Cl の如き元素は必要元素に属し得ないが，それ等の特に高濃度の場合に植生が影響されると述べており，本結果の比較的低濃度に於ける個体に，Na 含量が異常に高い事実と生育の遅延の少い事実を裏付けるものである．又 Wadleigh & Bower (1950) もRed Kidney Bean を用い，アルカリ土壌に生育した場合には，土壌の Exchangeable Na %の増加に伴い，Ca の有効度が減退する事を認め，同様事実は Ratner (1944)，Richard (1947) 等に依つても認められている．

然して Wallace (1951)，Wadleigh (1950) 等は Na の増加に伴う植物生育様相の変化も全く Ca 欠乏の現象と同一であると述べているが，筆者等は高濃度に於ける之等害的因子の複合性を推察するが故に未だ Ca 欠乏のみの現象としては観察していない．

更に又 Bower & Wadleigh (1948) は土壌中に Exchangeable Na%が増大すれば，地上部の Na 含量が増大し，Mg 含量を減少せしめると述べているが，此の事実も本実験と一致する．更に同氏等 (1950) は土壌中の K 量が一定であつても，土壌中の Na が増せば，根部の K 含量が著しく減じ，茎部では逆に増大し，葉部も茎部に較べて稍々少いが増加する事実等から，根部に於ける Na の集積は葉部に於ける之等イオンの共存，集積に関係して，K を部分的に移行する事を報告し，又 Lowes 等 (1884) は土壌に Na_2SO_4 を加えると，可溶性の K が増す事を認めている．本実験に於ては根部の測定は行わなかつたので K の減少事実は認めなかつたが，地上部では多少斯る傾向を認める事が出来た．又 Wadleigh & Bower (1950) は NaCl を培養液に添加すると，根部の Na 量は増大するが，同時に多量の Ca を与えると Na の吸収が制

限されて K 含量が増加し，一方添加 Ca 量が比較的少い場合（約 0.125me/l）には，Gauch（1940）も認めた如く，茎，葉の Mg 含量が異常に多くなると述べているが，本結果では Mg の増大の事実は認められず，之等観点からするならば，Ca が比較的多い場合に一致したものであろう．従つて上述した如く，Wallace, Wadleigh 等の示した Na の増大に伴うCa 欠乏が現われるとするならば，更に Mg の害も加えられて来る事になろう．

次に本実験に於ける P の減少は，所謂 P と Cl イオン等の水の親和性から引き起される Boas effect を認める事実となり，三井（1953）が水耕の場合に示した稀薄塩類溶液と燐酸の有効化の問題である所謂ドンナン膜平衡の事実は認められない結果となり，濃度の増大と共に，イオン作用図の変動が起つたものと思われる．

又 B は海水中に多く含まれ，之が体内に於ける増大，毒性については充分推察し得る所であるが，Cl の高濃度との関係が大きく作用するのか，又 K/Ca-ratio の regulator の役割を果すためか明かでないが，減少の事実が認められる．

然るに之等元素間では古くから Antagonismus, Synergismus 等として種々取上げられ，本実験に関する二三のものを上げると，前者では Na vs. Ca，Na vs. K，Na vs. Sr，Na vs. Ba，Na vs. NH_4，K vs. Ca，Mg vs. Ca，Fe vs. Mn 等，後者では Ca vs. B，Cu vs. Fe，Mg vs. PO_4，NO_3-N vs. K 等が示されており，之等関係から上述した事実も個々に解決し得る場合もあり，その他の Fe, Cu, Mn 等は二次，三次的に関係するとも考えられるが尚明かでない．

更に Bear 等は作物体内の Cation の量について述べ，個々の Cation の間には量的に極めて大きな変異があるが，体内の Total cation は略々一定であるとしている．本実験の結果も前述した如く，Na 含量の著しい増加に対して，他の Cation の大部分が減少し，Total cation の変化を少くする様に伺われたのも上述した生育限界内に於ける適応反応と考えられるものではなかろうか．然るに同氏等（1949）は多量の Cation を含む植物は多量の金属 Anion を含んでいる傾向があり，Total Cation/Total Anion—ratio は培養液の種類，気候条件等々の外的因子に左右される事なく一定である事をも認め，之に反して三井（1953）は塩素を作用せしめた場合，水稲体内の Anion 量は Cation 量に比して多い事実を認め，その何れかは尚明でない．更に下瀬（1953）も生育限界内では，乾物%として約6%の Cl を測定し，Cl 含量の極めて多い事実を認めており，この事実に近い事は筆者等の過去の結果から綜括しても推定されるが，一方 Si，P 等の Anion の減少の事実も認められる所であり，又体内全窒素量には NaCl の添加の影響が少ない事実（未発表），更に又 K の僅かに増大の事実等から，生育限界内では生育の事実とイオンの均衡から Anion/Cation-ratio は一定値をもたらすであらうと推察するものである．

上述した如く，イオン吸収に関する多くの研究者の結果と本実験の結果とは多くの一致する所を有しているが，個々の関係が各々塩害の起因となるかは尚疑う所であり，之等の複合作用から生ずる異常吸収，蓄積として考える所の多くが含まれ，塩害は之等の適応作用力の極限に生ずるものと推察する．

更に Na イオンの体内分布に見られる如く，極めて多量の Na は各部位に認められるが，特に穂に比較的少いのは Na が粒構成に与らないためか，移行がさまたげられていると推察し，茎葉の差は他の何れの元素にも見られる関係であり，特に茎に集積する場合のあるが如き事実と推察する事が出来る，又既に枯死状態にあつた下位葉の Na 含量と大した差がなかつた上位葉に害徴を見なかつた事実は，下瀬（1953）が枯死個体で Cl 量として 8～10%の極めて多い事実を認め，Hoagland（1948）が地上部が枯死すると phloem をも通じて Na が上昇する事を述べているの

で，枯死が Na の多量に起因すると云う事実は認められない所であるかも知れないが，然し Na 含量の急激な増加が枯死直前後の何れに生じたかは尚疑問として残される所であり，根圏培地の Naと根の活力との関係等から，Na の高濃度に於ける直接的害作用も尚起因の一つとして考えられ，更に又高濃度に於ける全塩類の存在に起因する複雑な関係の外に，出口等（1953）が認めた如き，Ca，Mg，Fe，Mn 等の欠乏に由来する細胞 pH の低下，又先に報告した多くの現象等の二次的或は三次的に現われる害が加つて所謂塩害と云う事実が構成されて来るのではなかろうか.

摘　　　要

小麦の塩害と金属代謝との関係について実験を行い次の結果を得た．尚分析は発光分光分析に従い，その地上部の Fe，B，Si，P，Mn，Mg，Ca，Cu，Na，K 等の含量を求め，特に Na に於ては葉位別，茎の節位別及び穂の各部に於ける含量を測定し，その分布を観察した.

1）NaCl の添加と共に，地上部 Na 量は著しく増大し，K は僅かに増大し，他の元素はすべて減少の傾向が見られた.

2）作物体内の Na 含量の分布は茎に最も多く，葉は之に次ぎ，穂は最も少かつた．然して茎の節位別の分布には差が認められなかつたが，葉では中位葉が上位葉，下位葉に比し僅かに少かつた.

3）本実験結果から推察すると，所謂塩害なる事実は全塩類の高濃度に於ける複合的作用と，之に起因する二次，三次的の影響が綜括せられたものであろう.

主 要 参 考 文 献

1) 出口正夫，小島五郎（1953）：苦土の作物栄養に関する研究（I）日土肥雑.，**23**（4）：267～272

2) Eaton, F. M. (1942)：Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salt in plants J. Agr. Res. 357～

3) Hayward, H. E. and E. M. Long, (1941)：Anatomical and physiological responses of the tomato to varying concentrations of sodium chloride, sodium sulphate and nutrient solutions. Bot. Gazz. 102 (3)：437～462

4) Hoagland, D. R. (1948) Lecture on the inorganic nutrition of plant.

5) 岩城，太田，赤松，加戸（1951）：作物の塩害に関する研究（第一報）岡山農専論文集

6) 岩城，太田（1951）：同上（二報）日作紀. **21**（1～2）

7) 岩城，太田，小合（1952）：同上（第三報）岡山大学農学部学術報告 1

8) 岩城，太田，小合（1953）：同上（第四報）日作紀. **22**（1～2）：13～14

9) 太田，小合，（1953）：同上（第五報）日作紀. **22**（1～2）：77～78

10) 太田，小合（1953）：同上（第六報）日作紀.

11) Miller, E. C. (1938)：Plant physiology

12) 三井進午，木内知義（1953）：作物の養分吸收に関する動的研究（VI）日土肥雑.，**23**（3）：178～182

13) Wadleigh, C. H. and C. A. Bower (1950)：The influence of calcium ion activity in water cultures on the intake of cation by bean plants Plant physiol., **25** (1)：1～12

14) Wallace, A. and F. E. Bear (1949)：Influence of potassium and boron on nutrient element balance in and grown of ranger alfalfa Plant physiol. **24** (4)

15) Wallace, T. (1951)：The diagnosis of mineral deficiencies in plants.

コリデール種仔緬羊における尾毛と羊毛タイプとの關係について

第2報　仔緬羊の尾毛纎度について

菅　井　一　男

The lamb's tail wool in relation to wool type in the Corriedale sheep.

(2) On the wool fineness of the lamb's tail.

Kazuo SUGAI

This study has been carried out to measure the degree of the wool fineness and its coefficient of variation on the tail and to investigate the correlation between the former and the latter on the docked tails of 50 Corriedale sheep lambs born in the spring of 1953.

Samples which may be considered as offering the materials for predicting the wool fineness and its variation on the whole fleece of adult sheep, were collected from various districts of Okayama Prefecture.

The comparison of the classifications of the wool fineness and its variation by the measured values with those made by observations with naked eyes was made ; and these classifications were compared to see if they would agree with each other.

The results obtained were as follows ;

1. The difference in the value of the wool fineness in different individuals being great, varied from 20 to 32 μ, and the lambs which showed the mean value of the wool fineness from 23 to 25 μ, were most numerous, its number being 46 percent of the total lamb number tested.

2. The difference in the value of the coefficient of variarion of the wool fineness in different individuals being also great, varied from 11 to 29 percent, and the lambs which showed the mean value of the coefficient of variation from 12 to 17 percent were most numerous, its number being 80 percent of the total lamb number examined.

3. No high positive correlation was found between the wool fineness and its coefficient of variation, but a positive low correlation was found.

4. When the classifications of the wool fineness and its variation on the tail made in accordance to the measured values were compared with those by naked eyes, it was found that the classifications almost agreed in regard to the wool fineness, but they differed considerably in regard to its variation.

緒　　　言

断尾時期におけるコリデール種仔緬羊の尾毛と肩毛及び腿毛の纎度とその変異の間には，各々正の相関々係があり，仔羊生育初期の尾毛纎度の鑑定によつて，成緬羊のフリース全体の羊毛纎度及びその変異の概略を推定し得られることは，第一報[5]で報告した．本研究においては，岡山県各地から蒐集した多数の仔緬羊断尾について，尾毛の纎度，その変異及び纎度とその変異との関係を検討した．なお尾毛纎度の大きさとその変異の大きさについて，実測数値による分類と肉

眼による分類とを試み，両者を比較し，両者の分類が果して一致するや否やを調査した．

實験の材料と方法

供試材料は，岡山県の各地から蒐集した1953年春季生産のコリデール種仔緬羊50頭（雌23，雄24，性別不詳のもの3）の断尾であつて，仔緬羊の生年月日は，1953年2月20日より，同年4月11日に亘り，出生時より断尾迄の日数は，5日乃至18日であつた．羊毛纖度の測定については，仔緬羊断尾の皮膚表面中央部より，多数のステープルを切り取り，これから任意に羊毛単纖維100本宛を抜き取り，エーテルで洗滌し，乾燥後バルサムで封じ，400倍で検鏡し，ミクロメータを用いた．

つぎに各断尾における羊毛単纖維100本宛の纖度の変異係数を計算し，尾毛纖度の大きさとその変異係数との相関々係を調べた．さらに蒐集した断尾はすべて剝皮を行い，これらを formaline-mercuric chloride 溶液で固定，乾燥し，これら尾のサムプルは，尾毛纖度及びその変異の肉眼による分類と実測数値による分類との比較に利用した．

成績と考察

(1) 尾毛の纖度

Table 1. The wool fineness on the tail (in μ)

Lamb No.	Wool fineness	Lamb No.	Wool fineness
1	23.30±0.45	26	23.65±0.29
2	21.58±0.34	27	23.50±0.28
3	19.89±0.37	28	31.83±0.58
4	22.06±0.32	26	25.26±0.35
5	22.94±0.28	30	23.72±0.34
6	22.75±0.32	31	24.90±0.43
7	26.75±0.38	32	27.39±0.65
8	24.15±0.37	33	31.57±0.63
9	22.64±0.31	34	28.97±0.65
10	23.71±0.32	35	27.83±0.39
11	24.15±0.28	36	29.77±0.52
12	26.53±0.44	37	29.30±0.41
13	29.30±0.35	38	24.02±0.33
14	28.64±0.32	39	23.47±0.32
15	31.17±0.49	40	26.80±0.31
16	24.13±0.33	41	22.81±0.32
17	28.16±0.32	42	19.87±0.31
18	25.37±0.45	43	20.28±0.31
19	30.51±0.40	44	24.86±0.53
20	25.96±0.36	45	31.75±0.91
21	27.14±0.40	46	25.37±0.36
22	25.41±0.38	47	25.74±0.34
23	28.89±0.53	48	22.70±0.29
24	29.92±0.48	49	28.60±0.40
25	23.25±0.31	50	22.95±0.34

各供試仔羊断尾における尾毛100本の平均纖度を示すと，第1表の如く，尾毛纖度の値は，個体による差異が大きく，20μより32μ迄の範囲にある．

いま本表により，尾毛纖度の値別仔羊頭数の頻度（%）を計算すると，第1図の如く，23μより25μ迄の平均纖度を有する仔羊頭数が，最も多く，全頭数の46%をしめている．

2) 尾毛纖度の変異係数

各供試仔羊断尾における尾毛100本宛の纖度の変異係数の値を求めると，第2

Fig. 1. Frequency distribution of the number of lambs classified by the wool fineness on the tail. (%)

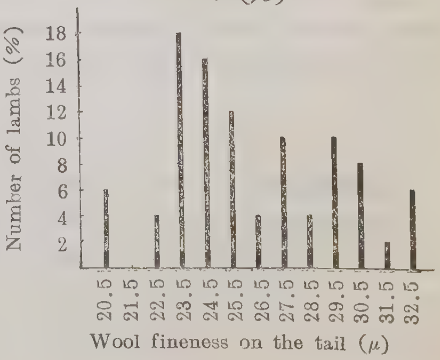
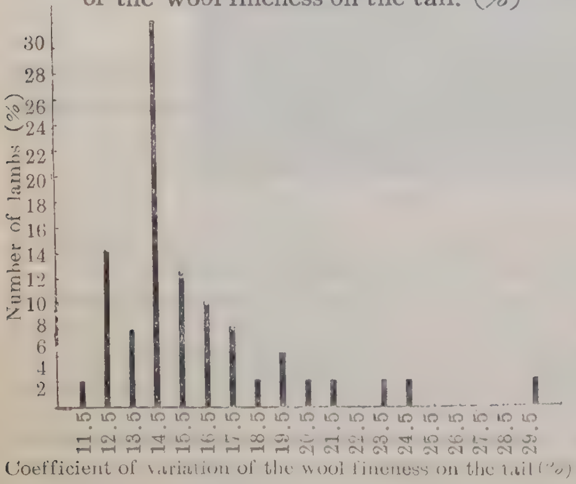


Table 2. Coefficient of variation of the wool fineness on the tail (%)

Lamb No.	Coefficient of variation of the fibre fineness	Lamb No.	Coefficient of variation of the fibre fineness
1	19.4	26	12.1
2	15.9	27	12.0
3	18.8	28	17.4
4	14.7	29	14.0
5	12.2	30	14.5
6	14.1	31	17.4
7	14.2	32	23.7
8	15.2	33	19.8
9	13.8	34	22.5
10	13.6	35	14.1
11	11.7	36	17.4
12	16.5	37	13.9
13	11.9	38	13.8
14	11.2	39	13.5
15	15.7	40	11.6
16	13.8	41	13.8
17	11.5	42	15.6
18	17.9	43	15.5
19	13.1	44	21.2
20	13.7	45	28.8
21	14.9	46	14.3
22	15.0	47	13.3
23	18.5	48	12.9
24	16.1	49	14.0
25	13.5	50	14.8

Fig. 2. Frequency distribution of the number of lambs classified by the coefficient of variation of the wool fineness on the tail. (%)



表の如く，尾毛繊度の変異係数の値は，11%より29%迄の範囲にあり，個体による差異が大きい．つぎに第2表より尾毛繊度の変異係数の値別仔羊頭数の頻度（%）を求めると，第2図の如く，12%より17%迄の変異係数の値を示すもの丶数は，全頭数の80%をしめ，とくに14%の変異係数の値を示すもの丶数が多い．

3）尾毛繊度の大さと尾毛繊度の変異の大さとの関係

尾毛繊度の大さと其の繊度の変異の大さとの関係を調べるために，各供試断尾について，第1表における尾毛の平均繊度と，第2表における尾毛繊度の変異係数の値を，第3図の如く，plotすると共に両者の相関係数の値を求めた．

第3図及相関係数の値 $r=+0.282$ によれば，両者間には，正の微弱なる相関々係が認められるが，高度の相関々係はみられない．即ち尾毛繊度の値の大（小）なるもの，必ずしもその繊度の変異も亦大（小）であるとは，断定し得られないことが示される．

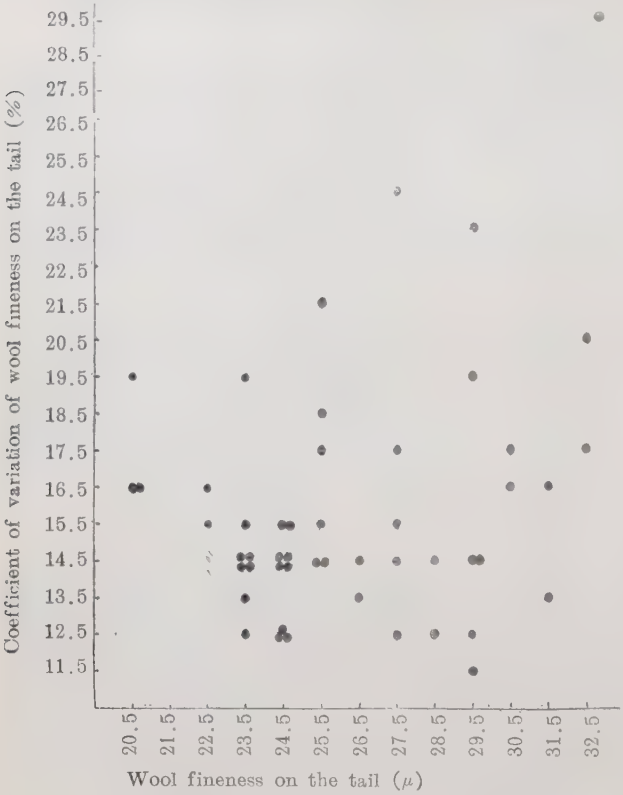
4）尾毛繊度とその変異の実測数値による分類と肉眼による分類との比較

上述の実測数値に基き，尾毛繊度とその変異係数の各々について，尾毛を分類し，これを，肉眼により分類したものと比較対照すると，尾毛繊度の大さについては，両者の分類はほゞ一致するが，尾毛繊度の変異の大さについては，両者の分類は一致し難い．しかし尾毛繊度の大さ，その変異の大さ共に，大小両端に近いもの程，両者の分類はよく一致する．（論文附図参照）．

総　　括

本研究は，岡山県の各地より蒐集した1953年春季生産のコリデール種仔緬羊50頭の断尾について，成緬羊フリース全体

Fig. 3. The Correlation between the wool fineness and its Coefficient of variation on the tail.



$\gamma = +0.282$

の羊毛繊度及びその変異を推定する材料を提供するものと思われるところの尾毛の繊度及其の変異係数を測定し，尾毛繊度の大さと其の変異の大さとの関係を明かにしたものである．なお尾毛繊度の大さとその変異の大さについて，実測数値による分類と肉眼による分類とを試み，両者を比較対照し，果して両者が一致するや否やを検討した．

今得られた結果を要約すると次の通りである．

1. 尾毛繊度の値は，仔羊個体による差異が大きく，20μより32μ迄の範囲にあり，23μより25μ迄の平均繊度を有するものが最も多く，全仔羊頭数の46%をしめている．

2. 尾毛繊度の変異係数の値は，11%より29%迄の範囲にあり，これ又仔羊個体による差異が大きく，12%より17%迄の値を示すものゝ数が最も多く，全仔羊頭数の80%を占めている．

3. 尾毛繊度の大さとその変異の大さとの間には，微弱なる正の相関々係がみられ，高度の相関々係は認められない．

4. 尾毛繊度とその変異の各々について実測数値による分類と，肉眼による分類とを試み，両者を比較すると，尾毛繊度の大さについては，両者の分類がほゞ一致し，繊度の変異の大さについては，両者の分類は一致し難い．

本研究は，1953年9月開催の日本畜産学会で発表したものである．尚お本研究実施に当り，材料提供の便宜を与えていただいた岡山県庁畜産課小島務之技師並びに岡山県農業改良普及員大脇千加男技師に感謝の意を表する次第である．

文　　献

1) L. F, Thomasset (1938) : A study of the development of the characters of the fleece during growth in the different regions of the body. Jour. Agric. Sci., 28 (4) : 523～540.

2) W. R. Lang (1948) : The coefficient of variation of wool fibre finenss with age and fleece site. Jour. Aust. Agric. Sci., 14 (1) : 36～38.

3) E. Bertone (1948) : Finenss and variability of Corriedale wool. Colorado A & M News.

4) P. Bhattacharya & J. Hammond (1952) : The lamb's tail in relation to wool type in British breeds and crosses of sheep. Jour. Agric. Sci., 42 : 180～183.

5) K. Sugai (1953) : The lamb's tail wool in relation to wool type in the Corredale sheep. Sci. Rep. Fac. Agric. Okayama Univ., 3 : 1～7.

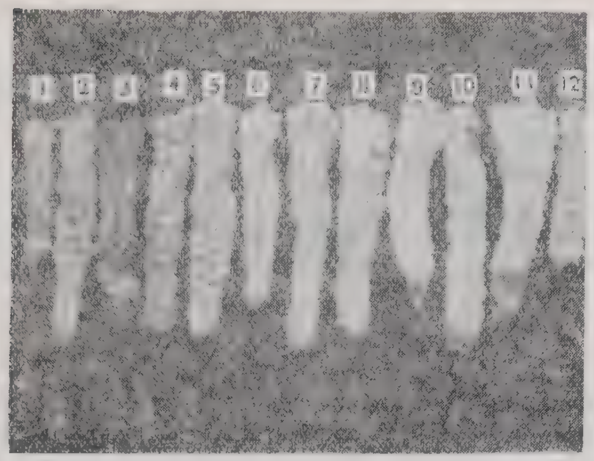


Fig. 1.

Fig. 1. The classification of the tail wool by the measured values of thé wool fineness.

Tail No.	mean value of wool fineness (in μ)	Tail No.	mean value of wool fineness (in μ)	Tail No.	mean value of wool fineness (in μ)
1	20	5	25	9	29
2	22	6	26	10	30
3	23	7	27	11	31
4	24	8	28	12	32

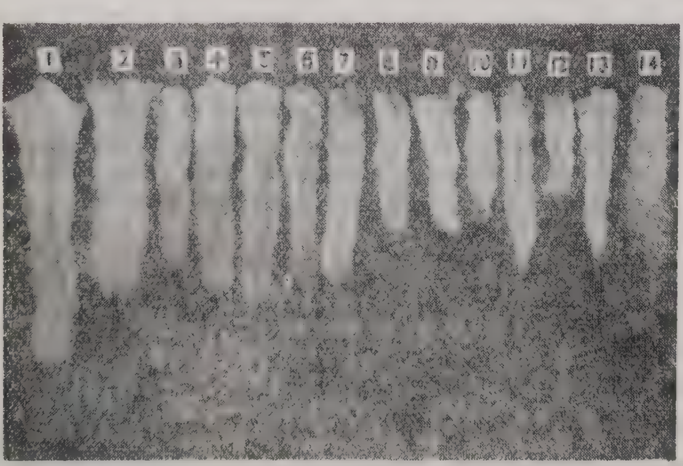


Fig. 2.

Fig. 2. The classifications of the tail wool by the calculated values on the coefficient of variation of the wool fineness.

Tail No.	value of coefficient of variation of wool fineness (%)	Tail No.	value of coefficient of variation of wool fineness (%)	Tail No.	value of coefficent of variation of wool fineness (%)
1	11	6	16	11	21
2	12	7	17	12	23
3	13	8	18	13	24
4	14	9	19	14	29
5	15	10	20		

日照時間の長短が Gladiolus の成育、開花に及ぼす影響

（第2報） 夏に於ける10及び11時間日照時の影響

安田　勲・横山二郎

Effect of day length on growth and flowering of gladiolus.
2. Effect of day length of 10 and 11 hours in summer.

Isao YASUDA and Jiro YOKOYAMA

Gladiolus blossoms easily in summer, but in winter a considerable percentage may not blossom even though the temperature is held around 10°C, a certain percentage becoming blind individuals. The day length in winter is 10—11 hours. The present experiment was carried out in summer by reducing the day length to 10—11 hours which are nearly the same length as in winter. In the previous experiment, most individuals did not blossom for 9 hours of day length in summer.

The results obtained in the present experiment are follows :

1. To learn whether flowering of gladiolus is related to the day length in summer, Hecter, Stop light and Radiance were kept at 10 and 11 hours and the results were compared with the control.

2. 10 and 11 hours insolation resulted in somewhat early flowering in comparison with the control, but raised the ratio of blind individuals.

3. The height, the number of leaves and flowers in 10 and 11 hours sectins only slightly decreased.

4. The day length necessary for flowering of gladiolus is at least 10—11 hours, 9 hours being insufficient. But, this condition differs in different varieties.

5. Considering from the above results, the flowering of gladiolus seems to require some conditions other than the day length, because there is high blind ratio in winter culture even though the temperature is held at optimum.

（1） 實験の目的

グラジオラスの促成開花に関する実験は後の文献に示すように外国（主にアメリカ）及び我が国に於て数多くの発表があり．筆者（安田）も1950年以後これに就いての実験を試みているが開花率不良の原因に不審があつて真相を摑むことが出来ないでいる．殊に春先のブラインド(blind)現象が何によつて惹起されるのかこれの解決が急務である．現在の段階では休眠球の休眠打破はエチレンクロールヒドリン，低温処理，高温処理後の低温処理及びそれらの組合せによつて大体成功を見ているが，発芽後花芽が分化してから開花迄に可成りのブラインド株を生ずることが問題となつている．

筆者等の中，安田は先に橋本と共同で本実験の第1報（1952，園芸学会雑誌）を出したが，この時はグラジオラスの早生，中生，晩生の3種を用い，盛夏時の遮光栽培で日照時間を9時間に制限したのである．この結果は中生のヘクター種の一部を除き，遮光区は対照区に比べて殆んど大部分がブラインドとなつた．当時一部の人からこの実験の結果について疑問をもたれたのであるが，その後実際栽培家の中で冬季の促成を試みた人が何れもブラインド問題で困つているのを見聞し，これは矢張り冬の日照時間乃至は日照量が促成用グラジオラスの開花と何等かの関聯が

あるのではないかと考えるに至つた．

それで冬季の一日の日照時間の最短が9時間50分（冬至）であり，2月18日と10月25日頃が11時間の日照時間である所から，これらの冬時間と日照時間の長さを合せるため，先づ夏の日照時間を10及び11時間とし，これら短日の影響がグラジオラスの生育及び開花に如何なる結果を及ぼすかを知らんがため次の実験を試みたのである．目下この実験を裏書する目的で冬季の電燈補光の試験を行いつつあるから，これの結果と一致すればやや明るい見透しがつくのであるが，順序として今年（1953）夏に行つた結果を報告する事とする．

（2）材料及び方法

球根は市販のものを購入し次のような設計に従つて栽培並びに実験に着手した．

イ．品種

ヘ　ク　タ　ー（緋赤大輪）　43球

ラ　ジ　ア　ン　ス（緋紅中輪）　35球

ストップライト（赤紅大輪）　36球

ロ，栽植方法

大小各1球宛計2球を6寸鉢植とし，元肥として油粕粉末鉢当10匁，追肥として定植（6月19日）以後油粕液，牛糞汁を適宜施与した．

ハ．試験区

Ⅰ区　10時間日照（14時間遮光）

Ⅱ区　11時間日照（13時間遮光）

Ⅲ区　無処理区（自然日照）

ニ．試験区と供試個体数

品種	Ⅰ区	Ⅱ区	Ⅲ区
ヘクター	13	15	15
ラジアンス	11	10	14
ストップライト	12	11	13

ホ．遮光開始日，終了日及び時刻

1953年7月7日始，同8月22日終（計46日）時刻は毎日午後6時より翌朝5時迄（11時間区）と午後7時より翌朝5時迄（10時間区）

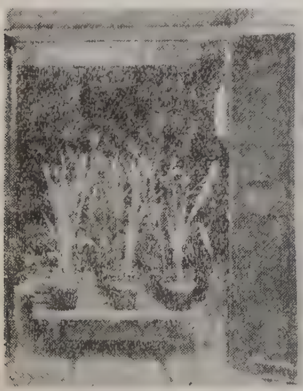


Fig. 1

ヘ．実験装置

暗室は本学農場に設置の遮光室を用い，毎日の出入はトロッコ2台を使つた．無処理区は遮光室近くのコンクリート底に置き灌水には特に念を入れて実験した．

Fig. 1. The inside of shade room in which the shade culture of gladiolus was carried out.

Shade begin July 7. 1953

Shade end Aug. 22, 1953

(3) 實 験 結 果

Fig. 2.

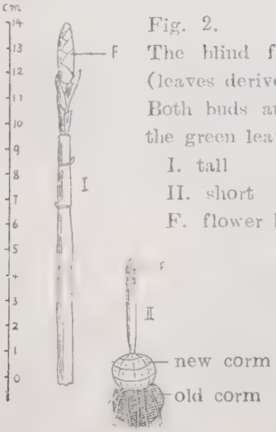


Fig. 2.
The blind flowers of gladiolus (leaves derived)
Both buds and stems are die in the green leaves.
I. tall
II. short
F. flower bud

調査項目の最大の目的は各日照時間区の開花率であつたが，これに伴つて草丈，葉数，出蕾日，出蕾より開花までの期間及び花数等をも調べて見た．供試材料が市販のもので球の大さが不揃であり，花が咲いて見ると他の品種と混合していたりして適確な結果が得られなかつたが，実験結果に従つて推論すると次の通りである．

1) 開花率

先づ実験の終つた8月22日（実験開始後46日目）に全区の開花個体数，枯死数及びブラインド個体数を調べた所次のようであつた．

Table 1. Day length and flowering ratio of gladiolus. (Aug. 22, 1953)

Variety	Treatments	Individuals treated	Individuals died	Individuals blinded	Individuals flowered	Ratio of blind individ.
Radiance	I (Day length of 10h.)	11	0	5	6	45.4
〃	II (Day length of 11h.)	10	1	5	4	50.0
〃	III (Control)	14	1	2	11	14.3
Stop light	I (Day length of 10h.)	12	0	0	12	0
〃	II (Day length of 11h.)	11	2	0	9	0
〃	III (Control)	13	1	0	12	0
Hector	I (Day length of 10h.)	13	4	3	6	23.0
〃	II (Day length of 11h.)	15	2	1	12	26.6
〃	III (Control)	15	5	3	7	20.0

この表だけから観察すると開花率の割合にブラインド発生率が多い品種（ラジアンス）と少い品種（ストップライト）及びその仲間の品種（ヘクター）とがあるように見える．より正確な結果を得る為には各品種毎に最上の揃つた球根を用い，数回の実験を繰返すのでなければならない．この意味では本試験の材料が既に記したように大小が交つており，品種に依ても重量が違つているので即断は許されないのである．只ストップライトは球根が特に優良であり，重量も一番多かつたのでこのような良球を使つた場合は夏の日照時間が10～11時間に制限されても開花には何等差支ないものと考えられる．ラジアンスに於てはブラインドが一番多いが，これは枯死数が2個のみであるから球根が特に悪かつたとは考えられず，日照量の少い場合はブラインドが多いのではないかと見られる．ヘクターは筆者の前回の実験（第1報）では夏の日照時間9時間に制限しても多少（20%）開花したことがあるので今度の実験で10時間区23%のブラインド率（即ち77%開花），11時間区で 6.6%のブラインド率（即ち93.4%の開花）はよいとして，標準区の開花率が80%と11時間区より少かつたのは供試材料の1/3が開花以前に枯死した故と思われる．

次に全区のブラインド数，枯死数，開花数と日照時間との関係を示して見ると第2表の如くである．

即ち，開花した株は全体の約70%であるが，ブラインドや枯死したものが全体の約30%となつている．ブラインド個体とは他の健全株が開花しても葉だけはついて全く開花しなかつたものを

Table 2. Number of blind and dead for each day length. (Aug. 22. 1953)

Items researched	10 Hours	11 Hours	Control	Total	Percentage for total
Blind	8	6	5	19	16.6
Dead	4	5	7	16	14.0
Blossmed	24	25	30	79	69.3
Total	36	36	42	114	—

記録したものであり，枯死個体とは実験の中途で成育を停止したもの又は初めから発芽しなかつたものを記録した．前述の如く，品種の混交を開花時に発見して調整はしたが，ブラインド株や枯死株の混交は特殊なものを除き，混交調整が出来なかつたため若しブラインドや枯死が少なければ実際はここに示したデータと異つた結果を示したかも知れない．

2) 出蕾及び開花期，開花数

実験の予想としては短日区が標準区より出蕾や開花が遅れるか或は花数が少いような気がしたのであるが，実際は予想に反して短日区の方が標準区より多少早くなつている．これは最初の出蕾日，開花期もそれらの平均も同じ結果を示した．従つて出蕾してから開花に至る日数もそれらと平行している．又，開花数は短日区が標準区より可成り少くなつているのが目立つが，ヘクターではこれが多少逆となつている．このこともヘクターではブラインドや枯死が多かつたので，開花株だけの平均では他品種と異つた結果になつたのではないかと思われる．今，それらの関係を表示すれば第3表の通りである．

Table 3. Budding and flowering of gladiolus for each day length (1953)

Var. and treatments		Date 1st budded	Date 1st flowered	Mean of budding day	Mean of flowering Month & day	Number of spikelets of flower stem	Period between budding and flowering days
Radiance	I	Aug. 5	Aug. 13	Aug. 11	Aug. 19	7.4	8.5
〃	II	〃 9	〃 20	〃 13	〃 23	8.0	9.5
〃	III	〃 7	〃 16	〃 12	〃 21	9.4	9.2
Stop light	I	〃 2	〃 12	〃 6	〃 16	5.8	9.3
〃	II	〃 1	〃 11	〃 5	〃 15	5.7	10.0
〃	III	〃 8	〃 20	〃 15	〃 24	7.6	11.0
Hector	I	〃 12	〃 22	〃 18	〃 29	7.0	10.1
〃	II	〃 4	〃 14	〃 15	〃 24	7.6	9.3
〃	III	〃 13	〃 24	〃 20	〃 30	6.5	10.1

(3) 草丈及び葉数

草丈は品種に依て異るが，鉢植としては先づ普通に伸びたと見てよい．特徴として見られるのは一部の例外（ヘクターの標準区）を除き，日照時間を強く制限したものほど短くなり，標準区は幾分高くなつている．その差はラジアンスで10糎，ストップライトで 5糎，ヘクターでは標準が却つて低くなつている（これは度々述べたように試験材料の不良の故であると思う）．葉数は各区共大体正常でラジアンスで9.4枚，ストップライトで8.6枚，ヘクターで9.5枚程度が平均となつている．而して各区共10時間日照区が最も少いが，11時間区と標準区とではあまり差がないか，却つて増している所より見て11時間の日照があれば葉数の点では標準区と大きい差はないものと考えられる．これを1950年に行つた9時間日照のヘクター及びゴールデンカップと比較して見ると草丈，葉数共9時間日照区の方はもつと差が著しくなつている．即ち草丈，葉数の増し方は日照時間の長さに平行していることである．今，それらの結果及び1950年度の試験の結果を対

照して見ると第4，5表の如くになる．

Table 4. Mean of height and leaf number of gladiolus for each day length. (1953)

Var. and treatments		Height	Leaf number	Treated number
		cm		
Radiance	I	74.9	9.3	11
〃	II	75.5	9.5	10
〃	III	83.5	9.4	14
Stop light	I	72.6	8.4	12
〃	II	75.0	8.6	11
〃	III	76.3	8.7	13
Hector	I	69.2	9.5	13
〃	II	71.5	9.7	15
〃	III	63.5	9.4	15

Table 5. Height and leaf number for 9 hours of day length. (Aug. 23, 1953)

Var. and treatments		Height	Leaf number	Treated number
		cm		
Hector	9 hours day length	52.9	6.9	15
	Control	71.8	8.7	12
Golden cup	9 hours day length	68.4	5.6	17
	Control	81.8	9.0	20

左の2表を比較して見ると，年は異るが同じ8月22，23日頃に於て同じ品種のヘクターに就いては9時間日照区が非常に劣つているのに，I区（10時間日照区），II区（11時間日照区）では1950年の標準に比べても大差がない．葉数も大体同じ傾向が見られるが，本試験の結果では1950年程の差を示していない．ゴールデンカップでは葉数に甚だしい差が見られる．

4）ブラインド株の形態

開花率の項に示したように，この実験に於てはストップライトを除き，可成り多数のブラインド株を生じた．ブラインドになる株は生育の当初は他株と大した成育の差を示さない（本試験では調査しなかつた）が，途中で生育を停止するので，草丈，葉数共正常株より小さくなり，遂に未開花のまま黄変して枯れてくる．又，ブラインド株の茎葉を剥いで見ると花蕾はあるが，何れも褐色となつて枯死している．その蕾のついている花茎の長さは一様でなく長短様々であるがこれを調べて見るとラジアンスで5~9糎，ヘクターで16~35糎に達していた．次にブラインド株の草丈，葉数及び枯死していた花茎の長さを示せば第6表の如くである．（ストップライトはブラインド全くなし）

Table 6. The height, leaf number and length of flower stalk of blind flowers in each day length sections.

Var. and day length		Height	Leaf number	Length of flower stem	Treated number	Var. and day length		Height	Leaf number	Length of flower stem	Treated number
		cm		cm				cm		cm	
Radiance	I	68.2	6.6	5.1	5	Hector	I	58.0	6.7	16.4	3
	II	66.3	5.8	8.8	5		II	70.0	9.0	35.4	1
	III	70.8	6.5	6.0	2		III	58.5	7.0	19.3	3

ブラインドの調査は本試験では最も重要な課題であるから更に各株についての数字を示して見ると第7表のようである．

（4）考　　　察

1）日照時間と日照量

今回の実験に依つてグラジオラスは盛夏時ならば日長時間（気象学上の可照時間）が10~11時

Table 7. Growing condition of blind flowers of Radiance & Hector var. (1953)

Var. & treatments	Length of flower stem	Height	Leaf number
	cm	cm	
Radiance Ⅰ	1.9	64.0	7
	4.6	77.0	7
	1.4	64.0	6
	16.5	72.0	6
	1.0	64.0	7
	Mean 5.1	68.2	6.6
Radiance Ⅱ	0.5	57.5	5
	1.0	73.0	6
	25.6	79.0	7
	16.2	73.0	7
	0.5	49.0	4
	Mean 8.8	66.3	5.8
Radiance Ⅲ	6.0	76.5	6.5
		65.0	6
	Mean	70.8	6.3

Var. & treatments	Length of flower stem	Height	Leaf number
	cm	cm	
Hector Ⅰ	29.2	60.0	7
	16.0	56.0	7
	4.0	58.0	6
	Mean 16.4	58.0	6.7
Hector Ⅱ	35.4	70.0	9
Hector Ⅲ	33.0	57.5	8
	6.0	42.0	6
	19.0	76.0	7
	Mean 19.3	58.5	7

間に制限されても開花可能であることが解る．定植日は6月19日であるからこの頃の1日の可照時間は岡山市で14.5時間であり，開花日の最も遅かつた8月30日の可照時間は13時間であるから，10時間に制限した場合で3～4.5時間，11時間に制限した場合でも2～3.5時間だけ自然より少い訳である．実験の日照時間を10及び11時間にした理由は既に記した通り冬の最低日照時間9時間50分，2月及び10月の最低日照時間11時間を比較したかつた為である．参考として岡山市に於ける日照（可照）時数と月日との関係を示すと第8表の如くである．

Table 8. Day length in Okayama.

No.	Day length	Date	Date
	H. M.		
1	9.50	Dec. 19～27	
2	10.00	Jan. 11	Dec. 3
3	10.30	Feb. 2	Nov. 11
4	11.00	Feb. 18	Oct. 25
5	11.30	Mar. 3	Oct. 11
6	12.00	Mar. 17	Sep. 27
7	12.30	Mar. 31	Sep. 13
8	13.00	Apr. 14	Aug. 30
9	13.30	Apr. 29	Aug. 15
10	14.00	May 17	July 28
11	14.30	Jun. 22	—

岡山市に於ける1年中の可照時数の最大な月は7月であり，最小は2月である．気象学上の日照時数（晴天時数）の大小も大体同様で，只7月が8月に次いで2位となつている．それ故夏の日長時間と冬のそれとでは同じ10～11時間でも大分違うのみならず，いわゆる日照量やエネルギーが異る筈である．それらを分り易くするため岡山地方に於ける毎月の可照時数と日照時数とを示し，大小の順に順位を附して見ると次表のようになる．即ち12～2月は可照時数も日照時数も共に最低に近く，8月は日照時数は第一位だが可照時は4位である．以上のような数字から考えて冬グラジオラスの開花率少く，ブラインドが多く現われるのは日照時間従つて日照量の不足によるのではないかと考えられるのではないだろうか．然し，開花率の悪いのは12～2月頃であつて3月以後に開花させる場合はそれほどブラインドが現われない．実際の栽培法では保温のためにフレームに日没前から蔽をしたり，朝も日が照

Table 9. Duration of sun shine and duration of possible sunshine in each months in Okayama city.

Sun shine	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Duration of sun shine (日照時)	H. 313.6	305.6	370.5	391.2	432.6	433.1	441.2	417.1	372.9	351.6	311.7	306.1
Order	9	12	7	5	3	2	1	4	6	8	10	11
Duration of possible sun shine (可照時)	165.5	161.0	198.5	212.4	236.8	200.0	241.7	260.3	189.2	193.7	177.1	165.5
Order	10	12	6	4	3	5	2	1	8	7	9	10

り出してから菰を取るため，只さえ短い日照時間が益々少くなり，甚だしい場合は冬でさえ可照時間が9時間50分を割る機会が少くない．更に影響を受けることは硝子を通した光線が直射日光よりももつと弱められることである．筆者の調べた所ではある日の強さを照度計で測つて6万ルックスあつた時，これを同時に新しい温室の硝子を通すと約4千ルックスの差が現われる．即ち約 1/15 だけ光が弱くなるのである．まして古い硝子，汚れた硝子，ペーパーハウスなどでは更に光線の弱まることは想像に難くない．若し，グラジオラス不開花の原因が日照量の不足にあるとするならば冬季の促成には電燈照明をして光量を補うことが有効ではないかと考え，目下それについての試験を施行中である．

2) 日照量と開花期の早晩

今回の実験では多少の例外を除き，概して日長を少くした区が標準区に比べて幾分早く開花している．殊に10時間区は全部そうであつた．このことはグラジオラスに於て日照時間の長いほど即ち日照量の多いほど早く花が咲く訳ではなく，日照が制限されること（夏時候のみについて）に依つて早く栄養成長が停止し，生殖機構へ進むもののようである．グラジオラスは他の球根と異つて植込期を4～7月とずらして行けばそれに応じて秋迄開花する性質があるが，植込期から開花迄の期間は一様でなく，3月1日から5月1日までに植込んだものと6月15日以後に植込んだもの

Table 10. Relation between planting period and flowering period of gladiolus.
(After Mr. M. Shimizu in Aichi)

Date planted	Hector			Pelegrina			G. S. Porter			Scarlet Bedder		
	Date sprouted	Date bloomed	period	Date sprouted	Date bloomed	period	Date sprouted	Date bloomed	period	Date sprouted	Date bloomed	period
3. 1	4.19	6.30	72	4.9	6.19	71	4.23	7.7	75	4.27	6.29	63
3.15	24	7.5	72	12	22	71	21	6	76	28	29	62
3.31	28	10	73	15	23	69	26	11	76	30	7.7	68
4.15	5.2	12	71	26	30	65	5.1	19	79	5.6	14	69
5. 1	9	20	72	5.9	7.12	64	13	26	74	13	8	56
5.15	24	30	67	24	23	60	25	23	59	25	30	66
5.31	6.8	8.9	62	6.8	8.7	60	6.7	8.16	70	6.7	8.4	58
6.15	20	25	66	22	22	61	21	9.2	73	21	16	56
7. 1	7.7	9.15	70	7.6	15	71	7.6	21	77	7.5	9.2	59
7.15	19	10.4	77	19	—	—	19	10.15	88	18	19	63

Note : 3.1=March 1st, 4.9=April 9th, etc.

は開花までにやや長い期間を要する．然るに5月15日頃から31日に植込んだものは短時日で開花する．この資料は筆者のものではなく，愛知県園芸試験場で清水基夫技師が実験されたものを使用したのである．

即ち各品種共3月1日から5月1日に植えられたものと7月1日以後に植えられたものでは発芽日から開花日までの日数を多く要し，5月15日から6月15日に植えられ大体8月中迄に咲いた個体は最も短期間に開花した結果となつている．筆者の実験では6月19日植として標準区は8月21日乃至30日に開花している（球は発芽抑制をしてあるから植込んで3日目位には全部発芽した）から発芽より開花迄の期間は凡そヘクターで70日，ストップライトで64日，ラジアンスでは61日位となる．これらの期間から推して清水氏の盛夏に開花した株が必ずしも夏の乾燥に依つて遅延したとは考えられない．何故ならば筆者等の実験に際しては努めて灌水に意を注ぎ鉢内を乾かさなかつたからである．仮りに露地植と鉢植との差があるにせよ両者同じ管理をしたこととなる．それ故，グラジオラスの開花は1年中の日照量の最も多い時に生育したものが短期間で可能となり，而もこの期間内に受ける日照時間，可照時間を計算して見ると他の期間に受けたものより遥かに少くなつている．つまり光の総量が多いから短期間に咲くのではないことが解る．この関係を示したのが次の11表である．

Table 11. Relation between flower period and duration of sun shine and that of possible sun shnie.

Variety	Date budded	Date flowered	Period (day)	Duration of possible sun shine	Duration of sun shine	Order flower period	Order Dur. of P.S.S.	Order Dur. of S.S.
				Minutes	Minutes			
Hector	Jun. 8	Aug. 9	62	53667	417.49	1	4	4
	〃 20	〃 25	66	56357	467.05	2	3	3
	Apr. 28	Jul. 10	73	63015	480.96	3	1	2
	Jul. 19	Oct. 4	79	61211	504.34	4	2	1
Pelegrina	May 24	Jul. 23	60	52564	390.58	1	3	4
	Jun. 8	Aug. 7	60	52024	402.19	2	4	3
	Apr. 9	Jun. 19	71	59786	567.81	3	1	1
	Jul. 6	Sep. 15	71	58590	477.96	3	2	2
G.S. Porter	May 25	Jul. 23	59	51287	416.60	1	4	4
	Jun. 7	Aug. 16	70	58545	477.11	2	3	3
	May 1	Jul. 19	79	62920	523.36	3	2	2
	Jul. 19	Oct. 15	88	68832	572.33	4	1	1
Scarlet Bedder	May 13	Jul. 8	56	48992	363.26	1	3	4
	Jun. 21	Aug. 16	56	48303	392.13	2	4	2
	〃 7	〃 4	58	50026	385.31	3	2	3
	Apr. 30	Jul. 7	58	58812	447.98	4	1	1

Note : P.S.S. =possible sun shine.　S.S. =sun shine

上表の開花した順位と日照時数の順位とを比べて見ると一部例外を除き正反対である．この例外は品種による差もあろうが，早く植えられたものや晩く迄花の咲かなかつたものに見られるようである．

3） 開花と温度

[illegible]たことは[illegible]植球根として取扱われていることで明白である．このものを冬に開花させるとなると可成りの温度を保たなければならない．筆者等は先にグラジオラスの開花に必要な最低温度は 10°C と見ているが，人によつてはもつと低くともよいと言つている．若し，ブラインドの原因が低温のみにあるとすれば，夏時の日照抑制ではブラインドが現われない筈である．冬季栽培に於てグラジオラスの要求する温度は発芽当時は可成り低温でもよいらしく，10°C 以下でも青々としている．然し，それが伸びて開花期に近づくと低温の場合は緑色が褪せ，伸長が鈍くなるようである．従つて冬季の最低気温を15°～20°C に保ち得れば結果のよいことは当然想像出来る．グラオラジスの促成による早出栽培は現在伊豆，高知，[illegible]各県の[illegible]でわづかの保温に依り栽培されているが，成功している開花期は4月以後であつて1，2月出の数量は極く小量である，4，5月出荷も栽培中は可成りの低温に会つているのであるから低温（10°C内外）が全く不開花の原因になるとは思えないのである．温度はこの程度でよくても前述べた通り保温のための遮光が不開花の原因を成すのではないかと考えるのである．それが4，5月咲の場合は日長時間従つて日照量が多くなるからよいが，12～2月咲の場合は只さえ短日であるのに保温材料即ち菰やペーパー障子などに依て更に日照が少くされることが悪いのではあるまいか．従つて若し冬期でも蔽をかけない温室で十分冬の日照を取入れた場合は開花可能となり，更に電照を以て補えばブラインドの出来る率は少くなるのではないかと想像する．現に以前筆者等が12月咲の抑制栽培で可成り多数のブラインドを生じたのに，今年の抑制に使つたヘクターでは12月15日現在温室栽培のブラインドが非常に少いのを見出しつつある．

4）電照の効果

電燈照明の効果に就いては目下試験中であるからその結果が得られた時に論ずべきであるが，日照量と関聯がありそうなので詳しいことはその時に譲るとして，玆ではその一部を紹介することとする．アメリカロードアイランド州立大学の Basil E. Gilb rt 及び Frederick R. Pember 両氏によると温度，栄養及びその他の方法が正常の場合，グラジオラスに冬季電照補助を加えると早く正常の生産量（花）に到達するという．然し，その効果は品種に依て異り，Jones 氏は Crimson Glow 種に於て1月植のものに100ワットの電照を補うことにより63%の増収を得ている．White 氏も Halley：Mrs. F. King：America：F. Pendelton の4品種を用い12月に50ワットを補つた所何れも花茎の数が増加したと報告している．更に Weinard 及び Decker 両氏は10月1日に植えた Virginia 及び Souvenir 種に500ワットの電照を用い花数を完全に12%及び19%だけ増加せしめることが出来たと述べている．Gilbert 及び Pember 両氏の実験は数種あるが，この研究と関係のある一つの例をあげると，同氏等は 1932，1933の両年度に於て4品種のグラジオラスを用い，ワットの数を 0，50，100，200，500の5区として補光による花穂の平均収量を調べたものがある．次に示したものがその表である．

Table 12.　Average yileds of blooming spikes (100 corms planted) expressed in percentage as influenced by supplemental lighting.
(After Gilbert & Pember 1932—1933)

Watt	0		50		100		200		500	
Var. / Year	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933
Maiden's Blush	81	—	108	—	102	—	94	—	96	—
Souvenir	—	31	33	46	44	73	38	82	62	78
Los Angels	7	4	—	72	54	68	86	52	86	76
Virginia	13	4	16	27	42	60	42	64	53	68
Butterboy	—	68	—	68	—	91	—	84	—	73

この表に依ると秋から冬にかけての日照5時間の電光によつて大体ワットの強さに比例し花穂の平均数が増加している．然し，品種に依ては 500ワットになると却つて負の結果を示した．そこで，光の強さが植物の成育に影響を与えるのは必らずしも太陽のような非常に明い且つ熱を伴うものでなくても，電燈のある明るさ，殊に可視光線で可なり開花を左右出来る能力があるのではないかとさえ考えられる．同氏等はこの実験でブラインドの事に触れておらぬが，メイジェンスブラッシュ種を除くと開花率は補光してもあまり大となつていない，只平均開花率が上昇しているだけである．ロードアイランド州はボストン市に近い小州で可なり緯度の高い所であるが，実験中夜間は最低60～70°F に保つたと記してあるから寒さの為めの不開花とは考えられない．ブラインドの起る原因は単に温度や光線の影響ばかりではなく，栄養，病虫害，乾燥，排水不良なども考えられ，実験に使つた球の不発芽，枯死ということも考えられるので 100%の開花という事は余程健全な球を揃えない限り困難であるかも知れない．

（5） 摘　　要

1）グラジオラスの開花が日照時間を冬の最少日照時間と同じ即ち10～11時間に制限した場合如何なる影響を受けるかについて試験をした．供試品種はヘクター，ストップライト，ラジアンスの3品種で，これらを使つて標準区と比較した．

2）10及び11日照時間区は標準区に比し，何れも幾分開花期が早くなるが，ブラインドの現われる率も高くなる．

3）10及び11日照時間区の草丈，葉数及び着花数は標準区より幾分減少するが，その差は僅かである．

4）グラジオラスの開花に必要な日照時間は夏季に於て9時間では不足で，少くとも10～11時間を必要とする．但し，これは品種に依て差があるようである．

5）以上の結果から推して，グラジオラスの冬季開花には温度の他，日照時間以外の要素例えば日照の強さ，日射量などが関係しているように思われる．何故ならば，グラジオラスは日照時間の短い冬にはたとえ温度を高めてもブラインドの発生が極めて多いからである．

（6） 文　　献

本実験に直接関係ある文献は比較的多くなく，電照に就いてのアメリカの報告は香川農大の小杉氏に別刷を戴き，気象上の文献並びに解釈に就いては岡山大学理学部数理物理学教室の松原助教授に助言を戴いた．又，休眠打破に関する外国文献の主なるものは既報の報告に記したので，今回は全体の問題を含め，戦後発表された我が国研究者，栽培者の業蹟を載せた。

1) B. E. Gilbert & F. R. Pember : Gladiolus culture with special reference to winter forcing. Agr. Exp. Sta. Rhode Island State Colledge, Kingston Rhode Island. Bul. 255. Dec. 1935.

2) Laurie, A. & Poesh, G. H. : Photoperiodism—The value of supplementary illumination and reduction of light on flowering plants in the green house. Ohio Agri. Exp. Sta. Bul. 512. P. 10, 1932.

3) Adamson, R. M. : Corm behaviour in the gladiolus in relation to season of bloom. Scientific Agr. **17** : 738—735, 1937.

4) Balch, Walter B. : Forcing gladioli with aid of light. Florist's Review, 76, 1935.

5) Mc Calla, A. G., Weir, J. R. and Neatby, K. W. : Effects of temperature and sunlight on the rate of elongation of stems of maize and gladiolus. Canardian Journ. Res. **17**. C—D. 1939.

6) 小杉清：2. 4-D 及びエチレンクロールヒドリンによるグラジオラスの休眠打破：園芸学会雑誌．**19**巻，

1950.

7) 小杉清：グラジオラスの花芽分化，日本園芸協会々報（大阪），9号，1951.

8) 小杉清：グラジオラスの促成と抑制，草花（新園芸別册），朝倉書店．1951.

9) 岩間誠造．岩井茂松：Gladiolus の抑制栽培に関する二，三の考察，園芸学会雑誌．**21**巻，3号（1952）

10) 吉村幸三郎：グリヤとグラジオラス．タキイ種苗株式会社．1952.

11) 安田勲：日照時間の長短が Gladiolus の生育開花に及ぼす影響（第1報）園芸学会雑誌．**20**巻，3～4号，1952.

12) 安田勲：グラジオラス球の低温処理による栽培．岡山大学農学部学術報告．第1号，1952.

13) 鶴島久男：グラジオラスの栽培（1），（2）．農業及園芸．3，4号，1952.

14) 岡田正順：グラジオラス根球の高温処理による腐敗防止　農業及園芸．**27**巻，7号．（1952）**28**巻．8号．（1953）

15) 岡田正順：グラジオラスの促成栽培．農耕と園芸．**8**巻，2号，1953.

16) 穂坂八郎：春植グラジオラスの球根生産法．農業及園芸．**28**巻，5号，1953.

17) 塚本洋太郎：グラジオラスの休眠打破．園芸学研究集録．**6**輯，1953.

18) 安田勲：グラジオラスの促成と抑制．農耕と園芸．**9**巻，1号，1954.

富有柿のガス貯蔵に関する研究（第1報）

岡崎光良・安井公一

Studies on Gas-storage of Kaki Fruits (*Diospyros Kaki* Linn. f.)

Mitsuyoshi OKAZAKI and Kōichi YASUI

(1) Persimmons (var. *Fuyu*), 5.8kg. in weight, were packed in a vacuum desiccator of 12.8 liter on November 1st, 1952. (Plot III A). The concentration of carbon-dioxide gas produced by respiration of fruits amounted to 88.3% on December 1st, when the air in the desiccator was drawn out by sucker so as to reduce the amount of CO_2-gas by half, open air being introduced in place of the air drawn out, and on December 6th the concentration of CO_2-gas was found to be 43.6% (see Table 1). With regard to Plot I and II the concentration of CO_2-gas was lowered to 20 or 30% on November 13th, by introducing oxygen-free air ; again on November 21st the concentration of CO_2-gas was lowered by introducing open air (see Table 1).

(2) The readings of pressure tester (10 mm.) placed just under the peel of the fruits in Plot I, II and III were 5.7, 8.5 and 9.2 respectively after storage (Dec. 15th). After standing in room temperature the reading of the tester for the fruits of Plot I was reduced to 2.4, but the readings in Plot II and III were observed to be the same as at the beginning of this storage experiment, that is to say 8.5.

(3) Two lots of persimmons (some 70kg each) produced in different orchards were packed in two store-cans (54.5×59.0 cm.) respectively, of which the covers (21.0×6.0 cm. and 10.5×3.5 cm.) were sealed with paper. But all the fruits of one lot of the two were badly affected by fungus growth possibly because of the fact that the concentration of CO_2-gas in the cans had been less than 35%. It seemed that for a succesful storage under these conditions the CO_2-gas produced in the container by fruits should attain to 40%, but should not exceed 70—80%. Change in the composition of the atmosphere in the container was harmful presumably because of stimulation to respiration of the furits.

(4) The colour and the content of solid soluble matter in the fruits after storage scarcely differed from those at the beginning of storage. The flavour of the fruits was not impaired by the presence of some volatiles, like butyric acid, when properly stored. Hardness of the flesh at a depth of some 1 cm. under the peel of the fruits after storage was decidedly greater than that inwards, and the fruits after storage kept well for a long time at room temerature.

(5) The only obstacle for the storge of this kind seemed to be the "top browning"; that is to say, appearance of a circular brown spot (about 3.0 cm in diameter and 1.0 cm depth) at the styler end of fruits after 2--4 weeks from the beginning of storage. The percentage of occurrence of such top-browned fruits was reduced to only 8% by adopting so-called "delayed-storage". The market price of top-browned fruits was only a little lower than that of the normal ones.

(6) It was observed that the two lots of persimmons produced in different orchards differ greatly in keeping quality, and the importance of phosphate manuring is pointed out with regard to respiration of fruits.

I 緒　　　　　言

柿の貯蔵は生産者，市場及び需要者側の要求するところであり[5] 技術指導者もその研究の必要を認めている[2) 9)]．然し実行し易く且つ安全な炭酸ガス貯蔵法に就いては白水氏[10)11)] その他の研

究はあるがまだ確定的の成績がなく[2) 5)]，且つ苹果のガス貯蔵法をそのまゝ柿にあてはめようとする考えすらある[6]．然るに本多氏等[4]は先に晩生渋柿の密封貯蔵に於て柿が炭酸ガス貯蔵にて苹果と全く異つた性質を有することを確認した．筆者は1952年富有柿について炭酸ガス貯蔵を行つたので著者の一人安井が1951年に行つた実験成績と併せて考察を加えて茲に報告する次第である．

本研究は岡山大学農学部本多昇氏の御指導によるものであり，且つ本文の御高閲を賜はつた事を深謝する．尚実験材料を恵与下された本行嘉志太郎，佐藤喜十郎，安藤逢三氏等及び実験の一部に御協力下さつた小池正澄氏に感謝する．

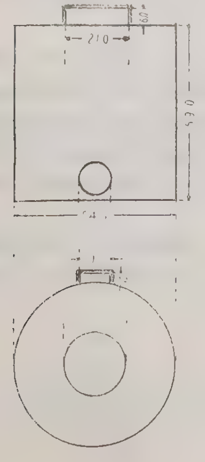
Ⅱ 實　驗　方　法

デシケーター密封貯蔵実験に於ては13l容真空デシケーターを用い，容器内に最大限に柿を詰めた．柿果の比重を1とみて貯蔵果容積比45%，各容器内に40個（Ⅱ区Aのみ41個）となる様に適当に容量に応じて配分し木毛を各々 40 gr 宛器底に敷いて密封した．各デシケーターをⅠ区（A，B，及びC）Ⅱ区（A，B）Ⅲ区（A，B）及びⅣ区（A，B）とした．

1952年10月30日に採取したH氏（岡山県吉備郡池田村見延）産の富有を11月1日デシケーター内に密封，貯蔵を開始した．10日目毎にその中央部よりガスを取出し Orsat-Fisher ガス分析装置にて炭酸ガス及び酸素を定量した．Ⅰ区及びⅡ区は11月13日にサッカーにて徐々に容器内のガスを抜き乍らピロガロール・アルカリ容液にて酸素を除去した空気を入れ所定（Ⅰ区A，Bは20%Ⅱ区A，Bは30%）の炭酸ガス濃度とした．11月21日（Ⅰ及びⅡ区）及び12月6日（Ⅲ区）には同様な換気の際には炭酸ガス濃度をさげると共に大気を導入した．果実の硬度は三木式硬度計にて直径 10mm の検定針を用い側面中央部2ケ所の表皮直下にて測定し，糖度は携帯用屈折検糖計を用いて測定した．果実の色相判定は日本色彩研究所編，色の標準[8)]によつた．

貯米缶密封貯蔵実験はA氏（岡山県都窪郡妹尾町箕島）産及びS氏（同郡早島町矢尾）産の富有柿を11月2日又は3日に採取し，翌3日又は4日に前記の8斗入貯米缶（高さ 59 cm，直径 54.5 cm）中に約20〆宛4缶に密封貯蔵した．供試容器は第1図に示す如く容器の頂部に器体より突出した直径 21.0 cm，及び 10.5 cm）の茶筒様取出口があり蓋を和紙で5重に糊張りし，45～55日間貯蔵した．$Ⅰ_1$，$Ⅰ_2$区はS氏産$Ⅱ_1$，$Ⅱ_2$区はA氏産の果実を密封した．貯蔵中に於ける炭酸ガス及び酸素の測定及び其の他の測定は前記と同じ方法によつて行つた．

Fig 1. Size of store-can
(vol. 40 gallons)



デシケーター及び8斗入貯米缶密封貯蔵実験は岡山大学農学部果樹園芸学教室内北面の冷涼な室内にて行つたが本実験中における貯蔵室内の日平均室温は11月上半旬は 14.7°C，同下半旬11.0°C，12月上，下両半旬は夫々 5.7°C 及び5.8°C であつた．

Ⅲ 實　驗　成　績

A.　デシケーター密封貯蔵実験

各区デシケーター内の10日目毎の測定日及び換気後の炭酸ガス及び酸素濃度の測定結果は第1表に示す．即ち密封後における炭酸ガス濃度は密封後10日目に於て既にⅠ区Aを除く各区共

Table 1. Concentrations of gases in the desiccator.

Plot.	Date. / Gases.	11/Ⅺ	13/Ⅺ	21/Ⅺ	21/Ⅺ	1/Ⅻ	6/Ⅻ	11/Ⅻ	15/Ⅻ	28/Ⅻ
ⅠA	CO_2	49.2	20.0	58.9	10.9	68.9	—	75.8	78.3	
	O_2	0.3	0	0	15.7	0	—	0	0	
ⅠB	CO_2	60.3	20.0	66.6	12.1	70.7	—	78.3	82.9	83.8
	O_2	0.1	0	0	14.4	0	—	0	0	0
ⅠC	CO_2	63.4	—	73.2	9.8	69.2	—	76.4	79.6	
	O_2	0.3	—	0	16.1	0	—	0	0	
ⅡA	CO_2	57.9	30.0	70.6	18.4	68.4	—	81.1	83.2	
	O_2	1.4	0	0	15.8	0	—	0	0	
ⅡB	CO_2	61.7	30.0	71.5	18.4	73.2	—	77.9	78.7	82.9
	O_2	0.6	0	0	15.3	0	—	0	0	0
ⅢA	CO_2	60.6	—	74.9	—	88.3	43.6	63.7	69.4	
	O_2	1.3	—	0	—	0	7.0	0.8	0	
ⅢB	CO_2	61.2	—	77.7	—	82.5	43.1	57.1	68.4	79.4
	O_2	0.4	—	0	—	0	7.0	0	0	0

60%前後に達した．但しⅠ区Aのみは密封が不完全な為か49.2%であつた．Ⅰ区及びⅡ区は11月1日密封後11月13日及び11月21日の2回容器内のガスを換気したが12月15日の一部開封直前の炭酸ガス濃度が80%前後に達した．一方Ⅲ区に於ては12月1日炭酸ガス濃度が80%を越したので12月6日に容器内の気圧を半減した後大気を導入し43%前後としたが12月15日にはⅢ区Aは69.4%，12月26日にはⅢ区Bは79.4%を示した．Ⅳ区は密封後1回も換気を行なはなかつたものであるが，此の区の容器が普通のデシケーターであるのでガス組成を分析する事が出来なかつた．Ⅰ，Ⅱ及びⅢ区のBを除く各区は12月15日（密封44日後），残部各区は12月26日（密封55日後）に開封した．

Table 2. Observation on the fruits stored in the desiccator.

Plot	Date of the end of storage	Storage period	Interval between the end of storage and the time of observation	No. of fruits observed	Avarage of fruits weight gr.	Hardness	% of soluble solid matter
ⅠA	15/Ⅻ	44	0	10	151	5.7	14.3
ⅠC	〃	〃	0	10	160	7.2	13.6
〃	〃	〃	10	8	147	2.4	13.6
ⅡA	〃	〃	0	10	156	8.5	13.7
〃	〃	〃	10	8	152	5.6	13.7
ⅢA	〃	〃	0	10	149	9.2	13.3
〃	〃	〃	10	8	135	6.3	13.7
ⅣA	〃	〃	0	10	137	7.8	14.4
ⅣB	〃	〃	0	10	151	6.9	13.0
ⅠB	26/Ⅻ	55	0	10	146	8.7	13.6
〃	〃	〃	10	5	145	7.5	13.6
ⅡB	〃	〃	0	10	148	8.2	12.7
〃	〃	〃	10	5	135	7.0	14.0
〃	〃	〃	(41)	10	139	7.9	11.9
ⅢB	〃	〃	0	10	152	9.4	13.2
〃	〃	〃	10	5	145	8.7	12.7
〃	〃	〃	(41)	10	149	6.8	13.2
Fruit just before the storage.				10	152	8.7	14.5

デシケーター密封貯蔵実験における貯蔵前後の柿果の調査成績は第2表に示すが，12月15日開封当日Ⅰ区Aの果実の硬度は特に小(5.7)で最も成績不良である．Ⅰ区C及びⅡ区Aの硬度は7.2及び8.5であるがⅢ区Aは最も成績良く貯蔵前の果実（硬度 8.7，種子数平均 4）よりも却つて硬く（硬

度9.2）開封10日後の硬度はⅠ区Aは2.4となりⅢ区A（6.2）に比し著しく軟化し日持ちが劣つている。是等の実験区の結果よりみれば容器内の炭酸ガス濃度及び同時に酸素濃度を激変せしめる事は却つて開封後に不利な結果を示している。Ⅳ区の成績を考慮に入れゝば，本実験の範囲内では柿は70～80%の高濃度の炭酸ガスによく堪えるものと思はれる．

本実験に供した富有柿は樹上に於て霜害を恐れて稍々青味を帯びる位の果実を早採りにしたものであるので糖度は14度前後で低いが各区貯蔵果の糖度については判然とした傾向を認めることが出来ない．

12月26日に各区Bを開封したが開封直後及び室内に10日間放置後の硬度はⅢ区Bが最も硬く成績が良く他の2区は殆ど差を認め得ない．更に開封後10日間室内に放置後Ⅱ区B及びⅢ区Bの貯蔵開始前の⅝量（貯蔵果容積比約30%）に当る25個の果実を再び同じデシケーター内に密封し31日後の翌年2月5日開封調査した場合にも両区共貯蔵前と変らない相当な肉質（硬度Ⅱ区7.9，Ⅲ区6.8）及び風味を保つことが出来た．猶此の間における炭酸ガス濃度は開封当日に於て夫々8.1及び8.4%に過ぎない事，酸素濃度は夫々13.6及び13.4%である事は此の貯蔵期間中における貯蔵果の呼吸強度が微弱であることを示している．又貯蔵前の果実の色相は56/17（黄味だいだい）であるが何れの場合にも貯蔵後の色相が変化することは認められない．

2月5日開封後の調査に際し果頂部及び果実基部の硬度を測定比較した成績を第3表に示す如く何れも基部のみ硬度がやゝ小となつている．中央腹部に於ては果皮直下のみならず果皮下1cmの深さの果肉内に於ても硬度を測定したところ果皮直下の方が果肉内よりⅡ区に於ては1.7Ⅲ区は1.4大である．又後に述べるS氏産の完熟せる富有柿を2石入貯米缶中に貯蔵したものでは深さによる硬度の差は2.9で果皮直下の方が深部より硬度が大である．即ち炭酸ガスによる貯蔵は果実の果皮下厚さ数mmの果肉の硬度を増し，又開封後の日持ちを増すことは興味ある現象である．

Table 3. Hardness at various situations of fruits.

Plot \ Situation	Top. Just under the peel	Middle on the side: Just under the peel	Middle on the side: 1cm under the peel	Middle on the side: Difference	Base: Just under the peel
Ⅱ B	8.0	7.9	6.2	1.7	6.5
Ⅲ B	6.0	6.8	5.5	1.2	6.0
100 gallon can (No. 2)	—	7.0	4.1	2.9	—

B. 貯米缶密封貯蔵実験

8斗入貯米缶に密封後の容器内の炭酸ガス変化を第4表に示すが，缶の取出し口が容器の容積に比し大である為か炭酸ガスの集積が不良であつて30～35%程度に留まつた為に一部を除き貯蔵は失敗に終つた．貯蔵開始前に於ける柿果の硬度，糖度及び色相（56/17＝黄味だいだい）はA，S

Table 4. Concentration of gases in the store-can (vol. 40 gallons) and the volume % of the stored fruits.

Plot	Gases \ Date	13/XI	27/XI	3/XII	15/XII	18/XII	30/XII	Volume % of the store fruits
Ⅰ1	CO_2	34.5	36.7	37.3	34.1	35.3	32.1	53.1
	O_2	0.9	0	0	0	0	0	
Ⅰ2	CO_2	30.2	32.1	32.8	30.1	31.5		47.5
	O_2	0.6	0	0	0	0		
Ⅱ1	CO_2	27.9	31.5	31.7	30.1	30.1		48.6
	O_2	1.0	0	0	0	0		
Ⅱ2	CO_2	28.3	33.2	33.4	34.0	34.1		48.8
	O_2	0.9	0	0	0	0		

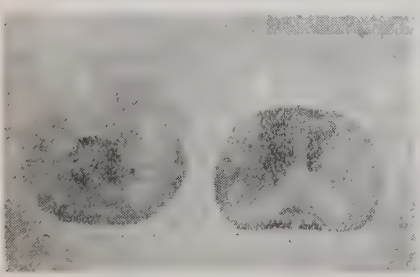
両氏園産の果実は共に殆ど変らないものではあつたが12月18日 I_1区を除き3缶を，12月30日に I_1区を開封して調査した．その成績は第5表に示す如く貯蔵に稍成功したものは I_1区のみでこの区の貯蔵果の比較的上物（貯蔵前と同じ状態のもの）は52.8%で平均硬度は4.5であり，又容器内の炭酸ガスは約35%前後であつた．同じくS氏産の果実を貯蔵した I_2区は一時32.8%までにはなつたが大体30%程度に留まつた為か開封後の果実の硬度は僅かに2.2で食用に適したものは殆どなかつた．然し何れの区に於ても果実の色相には変化が認められない．又次に述べる頂部褐変果発生率は I_1，I_2区は夫々39.8%及び37.6%で余り差がなかつた事は注目に値する．

II_1，II_2両区はA氏産の果実をI区と全く同一状態に置かれたのではあるが I_2区と同様炭酸ガス濃度が低く II_1区は30%前後に終始し果実は甚だしく軟化し硬度は2.0を越えるものは少くみ平均0.9で，且果頂部は勿論全果面は稍褐色をおび，猶一部は白色の菌糸さえ生じ比較的上物とられるものは僅に7.9%に過ぎなかつた．

C.　頂部褐変現象

1952年11月4日に12.6 *l* 容真空デシケーター内にA，H両氏産の富有柿を夫々17個，31個を同封した．密封7，17，及び27日後の容器内の炭酸ガス濃度は夫々48.4，64.2，及び80.3%である．而て密封2～4週間の間にA氏産の果実のみ17個の中14個（82.4%）の果頂部が円形に褐色した．褐変部の大きさは上記期間中に定まり開封後室内に放置しても拡大しない．褐変部の果皮の色は鳶色（4⁵⁄₁₃）で変色した部分の下部果肉の色は Henna Brown（3⁶⁄₁₃）で深さは十数mmに留まるが不快な風味，臭はなくて幾分硬くなつているのみである．前述の8斗入貯米缶密封実験に於てはI区の開封後判明した頂部褐変果発生率は何れも約40%であるが，II区（A氏産）に於ては殆ど全果軟化褐変しているので頂部褐変果発生率は不明であるも，甚だ大であるものと想像された．

Fig. 2.　Top-browned fruit.



IV 考　　察

白水氏は昭和7～11年富有柿の密封貯蔵に関する二，三の実験を行なつたが[10)11)]，同氏の実験に於ては単にガラス瓶中に柿を密封したのであるから容器内の炭酸ガスの濃度が詳かでない．又松本氏[6)]は柿の貯蔵について一般的には苹果の場合の如く容器内の炭酸ガス濃度を15%以下，酸素を5%程度とし，温度を4～5°Cに保てばよいと推論し，炭酸ガス濃度が20%以上になると果肉は硬化して脆くなり風味を減じ，臭気をそえるものとしている．然るに筆者等のデシケーターによる貯蔵実験によれば，44又は55日後に共に80%以上の高濃度の炭酸ガスにも堪え風味を損せず色相，糖度等についても変化が認められなかつた．此の事については既に本多氏等[4)]によつて晩生渋柿によつても実証されている．然るに8斗入貯米缶に密封した柿は35%前後以下の炭酸ガス濃度にては却つて果肉が軟化し甚しきは醱酵臭（酪酸醱酵臭）さえ生じている．

別に1952年11月17日S氏産の完熟果を採取直後2石入貯米缶（直径85cm，高さ120cm，取出口は前記8斗缶と同寸法）に密封し，貯蔵開始後36日で炭酸ガス濃度は61.3%に達していた場合の貯蔵後の成績を第5表に示す．即ち硬度5.2頂部褐変果発生率27.7%色相は"柾"で後述する如く美事な貯蔵成績であつた．更に同日採取した富有柿を果樹園内の枇杷の樹下に数段に並べ8日間（Feriod of delay）莚を被せておいたもの25貫と別に採取した愛宕15貫及び雑渋柿"アオ

Table 5. Observation on the fruits stored in store-can (vol. 40 gallons).

Plot	Producer	Date of the end of storage	Storage period	Interval between the end of storage and the time of observation	No. of fruits observed	Average of fruits weight gr.	Hard-ness	% of soluble solid matter	% of top-browned fruit	No. of seed
I_1, I_2	S	Just before	0	—	20	182	8.4	14.1	—	3.2
II_1, II_2	A	the storage	0	—	20	154	8.2	14.8	—	2.6
I_1	S	30/XII	57	0	20	169	4.5	14.3	39.8	2.5
I_2	S	18/XII	45	0	20	167	2.2	14.8	37.6	—
II_1	A	18/XII	45	0	20	159	0.9	14.4	—	—

柿”を10貫とを併せて50貫として11月25日に同じ容量の缶中に遅延貯蔵（Delayed storage）を開始し35日後（12月30日）に開封取出した場合には果実の硬度7.0で頂部褐変果発生率は7.7%にすぎなかつた．而て同缶を12月30日に短時間開封し十数貫の果実を取出し，後再び密封し1月20日に開封したが12月30日現在に比し達観的には硬さ，風味等に何等変化がみられなかつた．故に炭酸ガスによる柿の密封貯蔵における炭酸ガス濃度は8斗入貯米缶による実験及び別に著者の一人安井が行つた1951年度の実験成績よりみれば約40%以上に保つ事が必要な条件と思はれる．又貯蔵容器内の炭酸ガス濃度を低下させる事即ち容器内の換気する事は結果としては貯蔵に不利となる様である．炭酸ガス濃度が高くなると果皮下数mmが硬くなるが，これは開封後の日持ちが良い一つの原因であると思はれる．

柿の貯蔵における炭酸ガスは本多氏等[4]の晩生渋柿の場合を考慮に入れても70%以上の濃度にさえ十分に堪え，果肉が変質せず異臭及び不快な風味を与えず安全に貯蔵出来ると思う．只開封時にやゝ醗酸醱酵臭はあるがこれは果肉内に含まれる炭酸の味と共に室内に1日位放置すれば感じられなくなるので販売には差支えをみとめない．

貯蔵の一般概念として，苹果の場合には他品種を混ぜて貯蔵する事はエチレン瓦斯その他の"Volatile"の影響で"Scald"を発現し易くなると云はれるが前述の貯蔵に於ては富有柿，愛宕柿及びアオ柿を同封したが何等悪影響はみられず頂部褐変果発生率も少なく硬度も7.0である．只此の場合容器内の炭酸ガス濃度を測定出来なかつたのは遺憾である．然し1953年11日16日に採取した1kg当りの富有柿，愛宕柿，横野柿，及びアオ柿の炭酸ガス発生率は温度25°Cの恒温器内で1時間当り夫々19.9，19.7，21.9及び27.7mgであつてアオ柿は比較的呼吸強度が大であつたが他の品種には大差がない．これはアオ柿が小果であるので比較的単位当りの表面積が大である為と思はれる．故に柿の場合前述程度に他の品種を同封した事は何等悪影響はなく又頂部褐変果発生に影響したことはない様に思はれる．因にこの場合正常な貯蔵果の市場値段は貯蔵前果実の5割増であつて，頂部褐変果のそれは5分増であつた．

前述の如くA，H両氏産のものを同一デシケーター内に貯蔵した場合A氏産のものゝみ82.4%の頂部褐変果が発生したがH氏産のものは全然発生がみられなかつた．此の場合H氏産のものは貯蔵前に5日位室内に放置したものである．又12月25日貯蔵したものは8日間枇杷の樹下に堆積放置し，所謂遅延貯蔵したものである為に頂部褐変果の発生が少なかつた．Smock氏等[12]は苹果の場合遅延貯蔵が苹果の"Scald"の防止に有効であると云い，又同氏によるとBrook氏等は遅延期間中に堆積された苹果の換気状態が"Scald"防止の成否を左右すると云ひ白水氏[12]は

Table 6. Observation on "top-browned" fruits.

Plot	Producer	Volume % of the stored fruits	Period of delay	Date of the beginning of storage	Storage period	CO_2 %	Colour of the fruit	Average of fruits weight gr.	Hardness	% of soluble solid matter	% of top-browned fruit	Browned portion Diameter cm.	Browned portion Depth cm.
Desiccator	H	45.0	5	4/XI	27	80.3	6 6/18	145	8.6	12.3	0	—	—
	S		1				5 6/17	154	7.5	14.5	82.4	3.3	0.9
40 gallon-can (Plot I_1)	S	53.1	1	4/XI	57	35.3	5 6/17	169	4.5	14.3	39.8	1.5	0.5
100 gallon-can (No. 1)	S	54.0	0	17/XI	36	61.3	4 7/16	192	5.2	14.8	27.7	3.2	1.5
〃 (No. 2)	S	52.0	8	25/XI	35	—	4 7/16	187	7.0	15.6	7.7	1.6	0.6

(4 7/16＝Flame,　5 6/17＝Mandarin orange,　6 6/18＝Yellow orange)

採取後4〜5日間柿を放置乾燥する事が貯蔵に有利であり頭部黒変果発生が少ないとしているが, 同氏の云う頭部黒変とは明かに筆者の云う頂部褐変現象であり, 塚本氏[15]の云う柿果実の黒変現象とは全く異なるものである. 故に柿の場合にも遅延貯蔵する事が頂部褐変防止に有効であると思はれる.

次に8斗入貯米缶中にて行なつた貯蔵実験に於てA氏産の果実は貯蔵中軟化腐敗の為に貯蔵に失敗したのにH氏及びS氏産のものは割合に成功した. S氏園は古生層地帯の粘質土壌の丘上にあり, 園地は一般に柿の栽培適地と云はれる所であり, A氏園は清水白桃の原産地で, 花崗岩の風化土壌による残積丘上の地帯にて一般に桃には適地であるが柿の栽培には困難を感じている. 白水氏[11]は水田地帯産の柿と山地産のものと貯蔵力に差のある事を実証し, 松本氏[7]は生産地の気候, 風土, 肥培管理即ち肥料の種類及び施用量の多寡等の生産条件が貯蔵力に影響が深いと云つて居り, 筆者は広島県の温州蜜柑は花崗岩地帯産のものより古生層粘板岩地帯産のもの丶方が貯蔵力が大であると聞いている. S氏及びA氏園の施肥の実情についてみると窒素, 燐酸及び加里を夫々反当3.12, 1.13及び1.87貫施与して居り, A氏園では夫々1.42, 0.74及び1.96貫である. S氏園は肥沃な土壌に加えて窒素施与量が多いからこの点でもS氏産の果実がA氏産のそれよりも貯蔵力が大であると思はれる. 筆者等の経験からすれば生育終期にも相当程度の窒素質肥料の効いている園の方が貯蔵力が大であると思はれるが此処では深く論及しない. 但しA及びS両氏園での燐酸の施与量が地力の劣つているA氏の方で約半量に過ぎなかつた事が貯蔵力の劣る一つの原因であると思う.

田崎氏[13]は燐酸施与の量が温州蜜柑の貯蔵力を大とすると述べて居り, 標準施肥区に於ては温州蜜柑の燐酸が果皮中に最も多く含まれているのに反し燐酸多施区においては果汁中に最も多く集積している事実をあげ, 又貯蔵成績に於て腐敗果発生率は無燐酸区の30.0%に対し過燐酸石灰多施区の方が僅か10.5%であると述べている. 又山田氏[15]によると江上氏は燐酸が生体内のエネルギーの保持供給者として重要な役割を演じているとしている. 故にA及びS両氏産の外観上殆ど同一な形質の柿果を殆ど同一状態に貯蔵してもその成績がA氏産のもの丶方が悪かつたのは燐酸施用量が少ない事が相当強く原因しているものと思う. 筆者は果実の貯蔵に関しては朝倉, 坂

口両氏[1]が説く様な生体内での酸化に伴なう所謂 " Energy rich phosphate bound " 形成の機作及び生体活動への利用機作等を考慮に入れる必要があると思つている.

そもそも[illegible]蔵の目的は何処[illegible]27年に岡山県等の富有柿が全国的な苹果及び温州蜜柑等の豊作と他の有名な富有柿産地の柿に圧倒された場合，富有柿を広い面積に経営している者が出荷の調節を望む場合，富有柿の収穫最盛期と稲秋の農繁期の所要労力の競合をさけたい場合，或は富有柿出荷最盛期の値下りに対処する場合等種々考えられているわけである．而て岡山県地方の農家には土窖貯蔵が広く普及していて11月頃には一時果実貯蔵に流用しても差支えない実状である．故に筆者等が主張する様に柿の需要の多い年末及び正月出荷を目途とした安全且有利な此の種の密封貯蔵は理論的にも実際的にも更に積極的に研究さるべきものであると思う.

V　摘　　　要

1)　1952年11月1日に富有柿を 12.8 *l* 容真空デシケーターに 5.8kg つめた（Ⅲ区A）果実の呼吸作用によつて12月1日に88.3%の炭酸ガスが容器内に集積したので12月6日サッカーにて容器内の炭酸ガスを半減して大気を導入し43.6%の炭酸ガス濃度とした（第1表参照）同様にⅠ区及びⅡ区は11月13日に容器内の炭酸ガス濃度を同様な方法にて20又は30%に下げ酸素を含まない空気を器内に導入した．又11月21日に再び容器内の炭酸ガス濃度を低下させたが，此の場合は大気を容器内に導入した.

2)　12月15日開封直後における硬度（10mm 検定針）はⅠ区 5.7 Ⅱ区 8.5 及び Ⅲ区 9.2 で，室内に10日間放置後の硬度はⅠ区は 2.4 となつたが Ⅱ区及び Ⅲ区は貯蔵前の硬度（8.5）と余り差はなかつた.

3)　異なつた果樹園で生産された柿を 8 斗入貯米缶（54.5×59.0cm）に詰め，取出口（21.0×6.0 cm 及び 10.5×3.5 cm）を紙で張つて密封したが炭酸ガス濃度が35%又はそれ以下であつたので貯蔵に失敗した．果実の呼吸作用によつて集積される炭酸ガス濃度は約40%以上であり又70～80%を越えない様にすれば貯蔵に成功するものと思はれる．又容器内のガス組成を変化せしめることは有害であるがこれは果実の呼吸作用に異常を与える為と思はれる.

4)　開封後の果実の色相及び糖度は貯蔵前と差がなかつた．適当に貯蔵された柿は酪酸の如き揮発性物質の臭気により風味を害せられることがない．開封後の果実の果皮直下（約1cm厚さ）の硬度はそれより内部の硬度よりも大で，大気中に室温に置いていても日持ちが良い.

5)　唯一の貯蔵障害である頂部褐変現象（直径約 2.0～3.0cm 深さ約 1.0cm の円形褐色）は貯蔵開始後2～4週間の間に現はれる．頂部褐変果発生率は所謂 " 遅延貯蔵 " により僅に 8%に低下した．頂部褐変果の市場価値は正常果のそれに比して僅かに低い程度である.

6)　異つた果樹園で生産された柿の貯蔵力は非常な差が見られた．果実の呼吸作用に関連しての燐酸の重要性について若干の考察を加えた.

引　用　文　献

1) 朝倉勇宣・坂口謹一郎 (1952)：酵素.
2) 郷謹之助 (1951)：柿栽培相談.
3) 本多昇 (1948)：横野及愛宕柿の炭酸ガス貯蔵について．果樹．2 (10)：15～17.
4) 本多昇・安井公一・岡崎光良 (1952)：晩生澁柿の密封貯蔵．農業及園芸．27 (9)：1042.
5) 木村光雄 (1951)：柿篇.
6) 松本熊市 (1947)：果実及び蔬菜貯蔵の研究.

7) 松本熊市 (1952)：果実と蔬菜の貯蔵．農業及園芸．**27** (1)：203～206.

8) 日本色彩研究所 (1951)：色の標準.

9) 大崎守 (1948)：11月の果樹園行事．農業及園芸．**23** (9)：555～575.

10) 白水光 (1935)：柿の密封貯蔵に関する研究．農業及園芸．**10** (4)：995～1003.

11) 白水光 (1938)：柿の密封貯蔵実験（第Ⅱ報）．農業及園芸．**13** (4)：1035～1042.

12) Smock, R. M. and Southwick, F. W. (1945): Studies on storage of apples. Cornell Univ. A. E. S. Bull. 813: 1～39.

13) 田崎桂一郎 (1932)：実験果樹肥料論.

14) 塚本準太郎 (1942)：柿果の脱渋と黒変に関する研究（第Ⅰ報）．園学雑．**13** (4)：321～335.

15) 山田登 (1950)：植物体内における燐酸の生理作用．農業及園芸．**25** (10)：875～878.

牡牛精液ヒヤルロニダーゼの実験的不活性化及びその阻止

和　田　　宏

Experimental inactivation of bull semen hyaluronidase and preservation of its activity.

Hiroshi WADA

(1) Studies on the experimental inactivation of the hyaluronidase and preservation of its activity were made with the bull semen. The enzyme activity was determined by viscosimetry after McClean's technique.

(2) The semen hyaluronidase diluted with distilled water was inactivated in a short time by stirring, airation and grinding, but only slowly by shaking. This inactivation seems to be due to oxydation of oxydazible atom groups in the active hyaluronidase.

(3) However, by using of the yolk "Gluco-citrat" as diluent of semen, the hyaluronidase was not affected even by the treatments mentioned above. It was found that the protective effect on the enzyme activity in this case was due to the yolk added to the diluent.

(4) Gelatine hydrosol, vaginal mucus of estrous cow and starch hydrosol protected the enzyme from inactivation. It was considered that these substances acted as protective colloids and prevented the enzyme from oxydation.

(5) The hyaluronidase was inactivated by hydrogen peroxide. In spite of its being an antioxydant, hydroquinone had no protective effect on the enzyme against the inactivation due to stirring.

McClean & Rowlands (1942) は Hyaluronidase〔以下 H-ase とする〕が哺乳動物の精子に含まれていることを実証した．之が排卵された卵子を囲繞する卵丘細胞を粘着しているところの Hyaluronic acid〔以下 H-acid ととする〕を主成分とする粘稠物質を分解して放線冠細胞を離散せしめ，精子と卵子の邂合を可能ならしむるものと解釈されている．また山根[9] (1951, 52) は卵子の第２極小体放出從つて受精完了にも関連あることを暗示している．併し乍ら H-ase の有する組織内拡散作用と H-acid 分解力は必ずしも一致せず H-ase そのものにも新らしい検討が加えられている．此の酵素の物理化学性に関しては多くの研究があり，その作用は特異的及び非特異的 H-ase inhibitor に左右せられるし，また蛋白質に非常によく似た性質を有する酵素であり易熱性物質であつて破壊され易く，溶液の振盪やオゾンを通ずることにより破壊されることが知られている．

筆者は牛の人工授精に於ける受胎率向上に対する H-ase の応用価値を検討していたが，精液に対する処理により酵素作用が著しく不活性化されることを知つたので，これに関しまたその防止に関する実験も行つた．それらの実験結果をこゝに報告する．

實驗材料並に方法

本実験に用いた精液は岡山県岡山種畜場繋養の和牛並にホルスタイン種牡牛より擬牝台，人工

腟法により，例外を除き略6日間隔で採取した正常精液で精子活力は何れも卅85以上のものであつた．酵素作用は Viscosimetry により McClean[1] の方法を多少変更した方法[2] によつた．基質としては人臍帯より抽出したヒアルロン酸加里（Potassium hyaluronate）の 0.1%水溶液を用い，此の液4容に対し pH 4.6 の 1M Citrate buffer 1容と被検液1容を混合した．而して此の混合液を Ostwald 粘度計に入れ，34 C の恒温水槽中でその粘度の低減を測つた．そして粘度半減値（half-viscasity level）に対する反応時間が20分のものを1粘度低減単位（v. r. u.）として酵素量を算出した．

今まで本酵素測定にはストップウオッチ2個を交互に動かしていたが筆者は1個を連続的に動かして反応時間測定用とし，他の1個を 2，3分毎に動かして粘度計内混合液の流出時間測定用とした．粘度半減値を h とし この両側の測定の反応時間を A，B とし，その時の粘度計の流出時間を夫々 a，b とするときは比例配分により $(B+\frac{b}{2})-(A+\frac{a}{2}):a-b=x:a-h$

従つて粘度半減値に達する反応時間は $(A+\frac{a}{2})+\frac{\{(B+\frac{b}{2})-(A+\frac{a}{2})\}\times(a-h)}{a-b}$ より求めた．

次に稀釈精液に加えた処理の中，物理的のものは次の4種類であつた．

（1） 攪拌　日本精機工業のホモゲナイザーHA Ⅱ型を用いた．此れはミキサー式のもので金属の羽根を急速に回転して均質化するのであるが実質的には試料は烈しく攪拌される．

（2） 通気　径 3 cm のガラス試験管に試料約 30 cc. を入れ管底まで入れたピペットの尖端から気泡が相連続する程度に空気を吹き込んだ．

（3） 振盪　径 3 cm のガラス試験管に試料を約 30 cc. 入れ振盪方向に略 45° の角度に立てかけて振盪機に装着し，1分間75往復，振幅 9 cm の水平運動で1〜2時間振盪した．

（4） 磨砕　径が略 9 cm の磁製乳鉢を用い試料約 10 cc. を入れ少量の石英砂と共に普通の速度（1分間 200〜250回位）で乳棒を廻して5分間磨砕した．

また精液の稀釈液としては蒸溜水，卵黄"グルコチトラート"（卵黄1：グルコチトラート6）等を主として用いたが卵黄は常に新鮮なものを用いた．特別の目的の為に次の様なものを稀釈剤として用いた．

"グルコチトラート"*
卵黄乳濁液（卵黄1：蒸溜水6）
ゼラチン液（1%ヒドロゾル）
葡萄糖水溶液（5%，50%）
澱粉糊液（0.5%，1%）
発情牛腟粘液（蒸溜水稀釈15倍，30倍）
ハイドロキノン（5%，0.2%）
過酸化水素水（H_2O_2 32%）

精液等の試料は H-ase の単位測定により自ら測定に適する濃度が決まる訳であるが比較的軽度の不活性化でも粘度計にかゝらなくなるので不活性効果を確実に断定することが出来ない．斯かる理由から試料は相当に濃度の高いものにした．即ち本実験に於ては H-ase 単位測定濃度は多くの場合100倍前後であつたが不活性効果を判定する為に70〜80倍位に稀釈した．

* 三興化学製，クエン酸ソーダ 2.35%，無水葡萄糖3%含有

實驗成績並に考察

Table 1. Effect of stirring on semen hyaluronidase diluted with distilled water.

	Chine (千存)	K. Gemima	K, Gemima	K. Don	K. Don	K. Don
Date on which semen collected	24 Aug., 53	3 Sept., 53	3 Sept., 53	5 Sept., 53	9 Sept., 53	4 Dec., 53
No. of Sperms (10millions/cc)	—	101	101	154	113	120
H-ase unit (v. r. u/cc)	—	155000	155000	130000	120000	111750
Rate of dilution	50	80	80	80	80	80
Frow time (sec.) Solvent	67	67	67	67	67	54
Frow time (sec.) Heated semen + buffered substrate	118.8	110.4	110.4	114.2	117.6	98.8
Frow time (sec.) Half viscosity level	92.9	88.4	88.4	90.6	92.3	76.4
Reaction time to half-viscosity level. Control (unterated)	412 (72)*	760 (80)	364 (68)	679 (71)	383 (85)	720 (87)
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 3000r/min., 2 min.		743 (79)	538 (75)	∞ (112)		
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 3000r/min., 3 min.		1111 (85)	502 (75)			
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 3000r/min., 5 min.	∞ (115)	1175 (87)				
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 3000r/min , 20 min.	∞ (117)					
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 8000r/min., 3 min.					∞ (107)	1509 (82)
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 8000r/min., 5 min.				∞ (113)	∞ (110)	∞ (87)
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 18000r/m., 3 min.						1482 (81)
Reaction time to half-viscosity level. Stirring. 18000r/m., 5 min.						∞ (88)

* Flow time of mixture at a reaction time of 20 minutes are given in ( ) in this and the following tables.

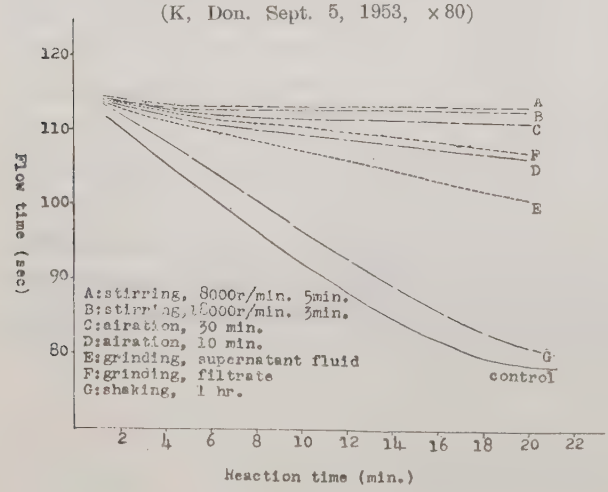
I 精液 H-ase の不活性化に関する実験

（1） 攪拌の効果　蒸溜水稀釈精液を攪拌した成績は第1表の如くである．毎分3000回転，2分間の処理でも不活性化効果の現われたものもある．併し乍ら之は酵素濃度にも関係することで時間と廻転数だけで比較することは出来ないが回転数と処理時間の増加と共に酵素作用は漸次衰弱している．此の場合に於ても処理時間の長さが，かなり重要な要素であることは一般の酵素等の反応と同様であることがわかる．

これらの中の1例を図示すれば第1図の反応曲線 A，Bの如くなり不活性効果が明らかである（曲線が水平に近くなる程，反応が弱く粘度計内の混合液の流下時間が長くなる．従つて一定の粘度に達する反応時間は延長することを示している）．

（2） 通気の効果　蒸溜水で稀釈した精液に於ける通気による不活性化効果は第2表に掲げた．10分間の通気により粘度半減値に達する反応時間は対照に比し2，3倍から∞まで

Fig. 1. Effect of various treatments on semen hyaluronidase diluted with distilled water.
(K, Don. Sept. 5, 1953, ×80)



延びており，30分処理では何れも∞になつている．オゾンを通ずることにより H-ase の破壊せられる[1] ことは知られているが空気も大きな影響を与えることがわかつた．これらの実験例の中の1試料の反応曲線を図示すれば第1図のD及びC曲線の如くなるが夫々10分及び30分の通気による酵素作用の変化を示している．此の結果に於いても30分通気の場合は H-ase 作用は殆んど認められない．

（3） 磨砕の効果　蒸溜水稀釈精液の磨砕による酵素作用の変化は第2表に示した．磁製乳鉢内に於ける普通の磨砕によりて反応時間が著るしく長引くことが判つた．磨砕精液の静置後の上清と濾液について比較すれば濾液の方の H-ase 作用が弱いが之は精子又はその一部が濾紙又は微粉になつた石英砂の為に濾出せず濾液中の酵素の減少によるものと思われる．

之等の実験例の中の1試料の反応曲線を図示すれば第1図の如くなり僅か5分間の磨砕によりても酵素作用が大きく破壊されることを知つた．図中の曲線E及びFは夫々磨砕静置後の上清及び濾液についての反応曲線を示しているが何れも非処理の対照に比すれば著るしく酵素作用が侵されている．

（4） 振盪の効果　蒸溜水稀釈精液の酵素作用に対する振盪の影

Table 2. Effect of airation, grinding and shaking on semen hyaluronidase diluted with distilled water.

Name of bull			K. Gemima	C. Imperial	K. Don	K. Gemima	K. Don	K. Don
Date on which semen collected			3 Sept., 53	27 Aug., 53	1 Sept., 53	4 Sept., 53	5 Sept., 53	9 Sept., 53
No. of sperms. (10 millions/cc)			101	123	117	101	154	113
H-ase unit (v. r. u. /cc.)			155500	196500	101250	155500	130750	120750
Rate of dilution			80	100	50	80	80	80
Flow time (sec.)	Solvent		67	67	67	67	67	67
	Heated semen + buffered substrate		110.4	122.1	117.7	110.4	114.3	117.6
	Half viscosity level		88.7	94	92.4	88.7	90.6	92.3
Reaction time to h. v. l. (sec.)	Control (untreated)		760 (79)	612 (75)	382 (71)	363 (74)	679 (71)	883 (85)
	Airation	10 min.		1028 (88)	1160 (89)		∞ (105)	∞ (106)
		30 min.		∞ (117)	∞ (110)		∞ (110)	∞ (111)
	Shaking	1 hr.		1282 (95)			858 (81)	1055 (88)
		2 hrs.		1466 (96)				
	Grinding	Filtrate	∞ (110)	2200 (110)		1215 (88)	∞ (106)	∞ (111)
		Supernatant fluid	∞ (101)			1018 (84)	∞ (99)	

Fig. 2. Effect of stirring on semen hyaluronidase activity diluted with yolk "Gluco-citrat".
(K. Gemima, Sept. 15, 1953, ×80)

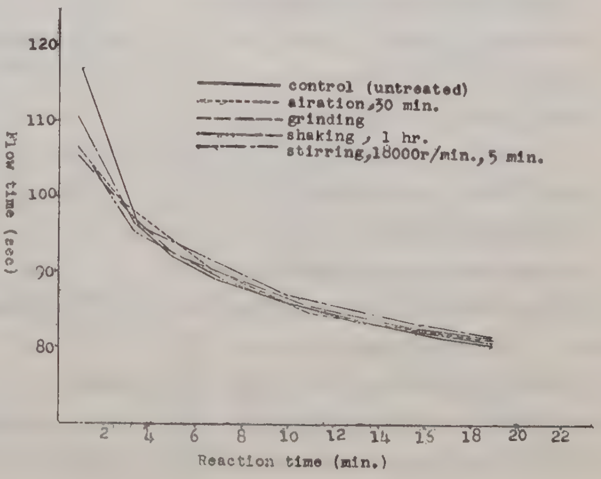
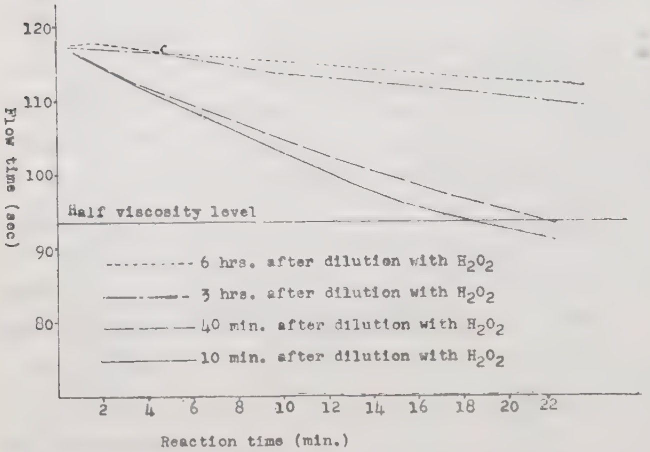


Fig. 3.　Effect of H_2O_2 on semen hyaluronidase activify.
(K. Gemima. Oct. 23, 1953, ×80)



響は第2表に掲げた.

これによつてみると前記の3処理ほど不活性化効果は大ではないが明らかに酵素作用が鈍化することがうかゞはれる．例数の少ない憾はあるが勿論時間の長い方が，即ち1時間振盪より2時間振盪の方が不活性化作用が大きい．

いま，これらの中の一試料の反応曲線は第1図に示されている．曲線Gは同一精液の1時間振盪の場合の反応曲線である．

（5）・過酸化水素水の効果　32%の過酸化水素水をもつて精液を稀釈し，静置した場合の成績は第6表に掲げ第3図に示した．此の場合，酵素作用は時間の経過と共に破壊されるがこれは発生機の酸素によるものと思はれる．

Ⅱ 精液 H-ase の不活性化阻止に関する実験

（1）卵黄グルコチトラートの効果　蒸溜水稀釈の場合と同一倍率になる様に夫々の精液試料を卵黄グルコチトラートで稀釈し，これを攪拌，通気，磨砕及び振盪した場合の酵素作用に及ぼす影響は第3表の如くである．これによつてみると卵黄グルコチトラートで稀釈した場合，攪拌，通気，磨砕，振盪により H-ase は殆んど破壊されない．卵黄等を加えた場合当然溶媒の粘度は高くなるが，本実験の条件下で卵黄乳濁液を用いた場合を蒸溜水のみの場合と比較して，その粘度半減値は前者が1秒余り高い程度であつたから表中には蒸溜水の場合の半減値を適用した．粘性は卵黄グルコチトラ

Table 3.　Protective effect of yolk "Gluco-citrat" on semen hyaluronidase from inactivation caused by various treatments.

Name of bull			K. Gemima	K. Gemima	K. Don	K. Don
Date on which semen collected			11 Sept., 53	15 Sept., 53	19 Oct., 53	1 Sept., 53
No. of sperms (10 millions/cc.)			183	106	69	117
H-ase unit (v. r. u. /cc)			114250	94750	92250	101250
Rate of dilution			80	80	70	50
Frow time (sec.)	Solvent		67	67	67	67
	Heated semen + buffered substrate		117.6	122.5	115.4	117.7
	Half viscosity level		92.3	94.7	91.2	92.4
Reaction time to half viscosity level (sec.)	Control (untreated)		388 (81)	308 (80)	421 (81)	216
	Stirring	8000r/min., 3 min.	(79)			
		8000r/min., 5 min.	(81)			
		18000r/min, 5 min,		330 (81)	245 (85)	
		18000r/min., 10 min.			1341 (93)	
	Airation	10 Min.	306 (83)	341 (81)	424 (85)	247
		30 min.		338	426 (85)	206
	Shaking	1 hr.			336 (84)	
		2 hrs.			459 (85)	
	Grinding		156 (81)		106 (80)	

Table 4. Effect of stirring on the activities of semen hyaluronidase in solutions of glucose, "Gluco-citrat", and yolk.

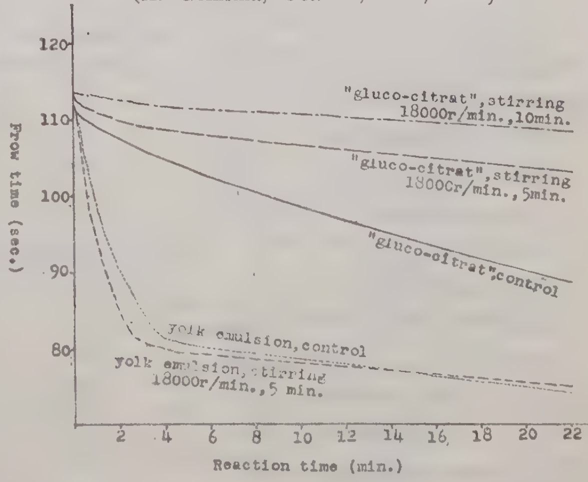
Diluent		Yolk × 7	"Gluco-citrat" *	Yolk × 7	"Gluco-citrat"	Glucose 5%	Glucose 5%
Name of bull		K. Gemima	K. Gemima	K. Gemima	K. Gemima	K. Don	K. Don
Date on which semen collected		21 Oct., 53	21 Oct., 53	23 Oct., 53	23 Oct., 53	4 Dec., 53	4 Dec., 53
No. of sperms (10 million/cc)		69	69	152	152	120	120
H-ase unit (v. r. u. /cc)		92250	92250	—	—	111750	111750
Rate of dilution		80	80	80	80	80	80
Flow time (sec.)	Solvent	67	67	67	67	55	61
	Heated semen + buffered substrate	115.4	115.4	123.6	123.6	102	113
	Half viscosity level	91.2	91.2	95.3	95.3	78.5	87
Reaction time to h. v. l. (sec.)	Control (untreated)	(73)	1066 (87)	(72)	857 (87)	849 (77)	1033 (82)
	Stirring 18000r/min., 5 min.	(74)	∞ (100)	(72)	∞ (108)	∞ (95)	∞ (110)
	Stirring 18000r/min., 10 min.	(72)	∞ (108)	(70)	∞ (113)		

* "Gruco citrat" is a preparation of Sanko Kagaku Co. Ltd., and it contains glucose 3% and sodium citrate 2.35%.

ートの方が高いにもかゝわらず反応初期に於ける粘度の減少は蒸溜水の場合より速い傾向さえある．卵黄グルコチトラートは精液 H-ase の不活性化を阻止するのみならず酵素作用を助長する原因（卵黄粒以外の部に酵素が溶けることも考えて）存在の可能性すらも考えられないことはない．これらは第2図の如く，処理を施さなかつた対照の曲線と各処理区の曲線が一致して各々の間に差がない．

卵黄乳濁液（卵黄1：蒸溜水 6）及びグルコチトラートで夫々別々に同一倍率に精液を稀釈し攪拌した結果を第4表に示した．またそれを図示すれば第4図の様になる．これによつてみればグルコチトラートのみでは酵素作用は侵されるが卵黄乳濁液では侵されていない．また葡萄糖水溶液で精液を稀釈し攪拌した結果は第4表及び第5図に示されている．これによると葡萄糖水溶液は10%及び50%に於いてさえも H-ase 不活性化を阻止する効果はない．以上のことから卵黄グルコチトラートの H-ase の活性維持の効果は卵黄に負うものであることが判つた．

Eig. 4. Protective effect of yolk against inactivation of semen hyaluronidase caused by stirring.
(K. Gemima, Oct. 21, 1953, ×80)



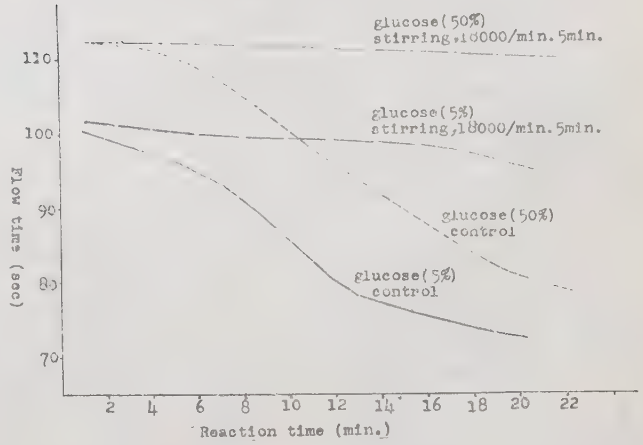
アスコルビン酸が Antioxydant として H-ase の安定に有効であることは実証されている．一方卵黄，卵白等の中にはビタミンC はなく，孵化につれてそれらの中にビタミンC が生ずることが Surenda Nath Ray(1943) 以来認められている事実[4), 5)]である．従つて新鮮卵黄中にはビ

タミンC[illegible]、[illegible]の H-ase [illegible]用は此のビタミンC以外の原因に基くものである.

（2） ゼラチン液の効果 ゼラチンの 1%ヒドロゾルを用い精液を稀釈し攪拌したが酵素の不活性化は大いに阻止されたものと考えられる，それらの成績は第5表及び第6図に示した.

（3） 膣粘液の効果 発情したホルスタイン種牝牛の膣粘液を膣鏡を用いて清潔に採取したが何れの粘液も発情最盛期のものであつた. これらの粘液を蒸溜水で何れも15倍及び30倍に稀釈し，それでもつて精液を稀釈して攪拌した.

Fig. 5. Inactivation of semen hyaluronidase diluted with glucose solution by stirring.
(K. Don, Dec. 4, 1953, ×80)



30倍稀釈粘液の場合は稀薄に過ぎ効果が殆んどなかつたが，（表には15倍の場合のみ示した）15倍稀釈粘液では H-ase 保護の効果がみられた. 而してこれより濃厚なものは，さらに効果があるものと思はれる. これらの結果は第6表及び第7図に示した.

（4） 澱粉糊液の効果 澱粉糊液は 0.5%及び1%に調整後，本実験の攪拌に用いたホモゲナイザーで均質化し稍透明度を増したものを用いた. 此の液で稀釈した精液 H-ase は攪拌に対し種々の程度に酵素作用が保護された.

Table 5. Effect of stirring on the activties of semen hyaluronidase in gelatin hydrosol, vaginal mucus and starch hydrosol.

Diluent			Vaginal mucus ×15	Vaginal mucus ×15	Starch hydrosol 0.5%	Starch hydrosol 1%	Gelatine 1%	Gelatine 1%
Name of bull (or cow)			(A)	(B)	K. Don	K. Don	K. Don	K. Don
Date on which semen collected			11 Dec., 53	11 Dec., 53	10 Dec., 53	10 Dec., 53	4 Dec., 53	18 Dec., 53
No. of Sperms (10 millions/cc)					111	111	120	129
H-ase unit (v. r. u./cc)					80750	80750	111750	107000
Rate of dilution			70	70	70	70	80	70
Flow time (sec.)	Solvent		54	54	54	54	59	59
	Heated semen + buffered substrate		104.4	104.2	111	111	106	103
	Half-viscosity level		79.2	79.2	82.2	82.2	82.5	81
Reaction time to h. v. l. (sec.)	Control (untreated)		532 (59)	425 (58)	1227 (81)	726 (71)	653 (67)	597 (65)
	Stirring	18000r/min., 5 min.	707 (66)	437 (59)	∝ (101)	1270 (83)	800 (70)	601 (65)
		18000r/min., 10 min.			∝ (103)	1527.9 (93)	534 (65)	626 (65)

これらの結果は第5表及び第8図に示した. これによると 0.5% 液では10分間の攪拌によりて殆んど完全に不活性化されるが，然しながら 1%液では相当程度の保護効果が現われている.

（5） ハイドロキノン水容液の効果 ハイドロキノンが Antioxydant として H-ase の安定に

Fig. 6. Protective effect of gelatin hydrosol (1%) against inactivation of semen hyaluronidase caused by stirring.
(K. Don, Dec. 4, 1953, ×80)

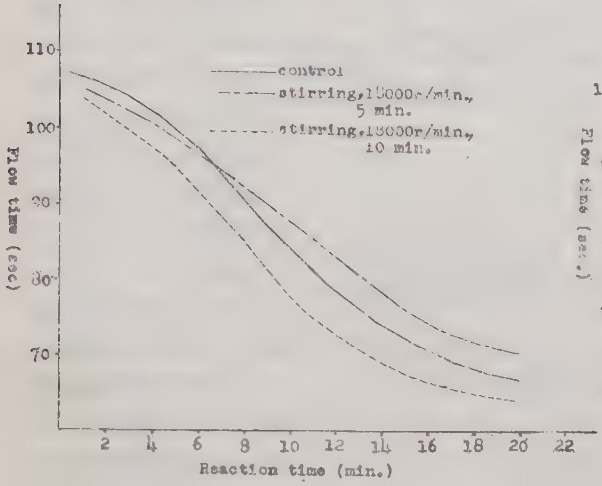
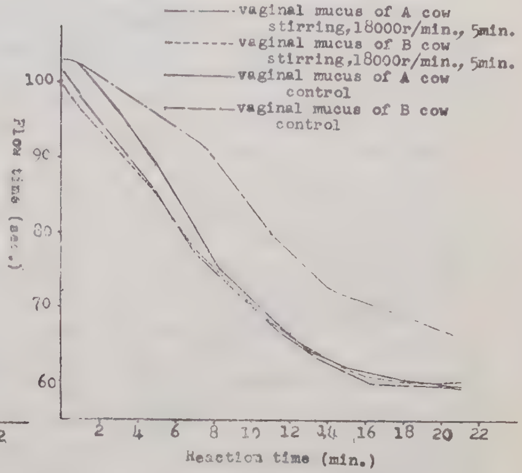


Fig. 7. Protective effect of vaginal mucus against inactivation of semen hyaluronidase caused by stirring.
(K. Don, Dec. 10, 1953, ×70)

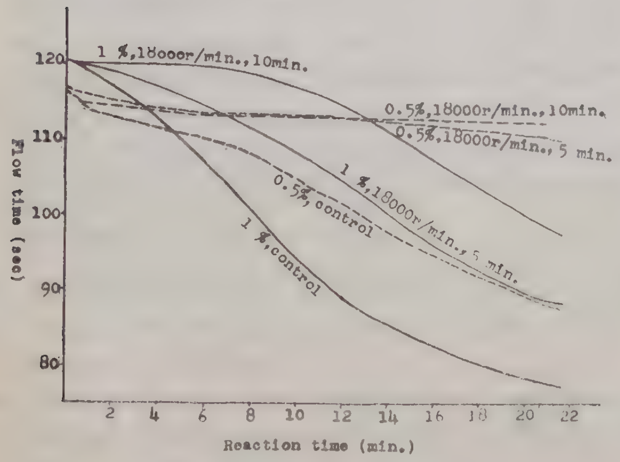


役立つことは知られている．併し乍ら 5%水溶液で精液を稀釈し，これを攪拌した場合の成績は第6表の如くなつた．從つて少くとも本実験の条件下ではハイドロキノンは精液 H-ase 不活性化阻止の効果はないものと認められる．

さて，H-ase 活性基中には酸化され易い原子団の存在することが推察されている．

第1図をみれば明らかであるが，前述の実験条件下で，蒸溜水稀釈精液の H-ase に対する不活性効果は攪拌の場合が最も大きい．此の攪拌に於ては多量の気泡が混入するが，その他の磨砕，通気，振盪等すべて精液中の酵素と空気の接触を助け，前記原子団の酸化を促し不活性化を起すものと思はれる．

Fig. 8. Protective effect of starch paste against inactivation of semen hyaluronidase caused by stirring.
(K. Don, Dec. 10, 1953, ×70)



また，ゼラチンや発情粘液等のヒドロゾル及び卵黄や澱粉糊液等は保護膠質となり H-ase 活性基中の易酸化原子団を物理的に被覆保護して空気との接触を妨げ酵素の活性を維持するものと思われる．

精液中の遊離した H-ase は速みやかに不活性化されるものと認められている．Bergenstal et. (1948)[2] はヒトの無処置精液の精漿中の H-ase 量は略 2時間で最高値に達すると報告しており，高嶺 (1952)[7] は卵黄クエン酸ソーダ緩衝液 (3%クエン酸ソーダ7分，新鮮卵黄3分) で 4~7°C に保存した牛の精液の酵素量は6日で最高に

Table 6. Effect of H_2O_2 and hydroquinon on semen hyaluronidase activity.

Diluent			Hydroquinon 0.5%	Hydroquinon 5%	Hydroquinon 5%	H_2O_2 32%	H_2O_2 32%
Name of bull			C. Imperial	K. Don	K. Don	K. Gemima	K. Don
Date on which semen Collected			27 Aug., 53	10 Dec., 53	18 Dec., 53	23 Oct., 53	10 Dec., 53
No. of Sperms (10 millions/cc)			123	111	129	152	111
H-ase unit (v. r. u. /cc)			196500	80750	10700	—	80750
Rate of dilution			70	70	100	80	70
Flow time	Solvent		67	54	55	67	54
	Heated semen + buffered substrate		121	108	99	117.4	104.4
	Half viscosity level		94	81	77	92.2	79.2
Reaction time to half viscosity level (sec.)	Control (untreated)		612 (75)	924 (70)	1120 (73)		
	Shaking	1 hr.	1303 (95)				
	Stirring	18000r/min., 10 min.		∞ (106)	∞ (98)		
	Standing	10 min.				1373 (94)	1135 (77.6)
		40 min.				1426 (95)	2069 (86.4)
		3 hrs.				∞ (110)	∞ (99)
		6 hrs.				∞ (112)	∞ (100)

Table 7. Inactivation of solution of hyaluronidase prepatation "sprase" * by stirring, grinding and airation.

Date of test			21 Aug., 53	22 Aug., 53	7 Sept., 53
H-ase unit (v. r. u. /cc.)			375000	345000	375000
Flow time (sec.)	Solvent		67	67	67
	Heated enzyme+ buffered sudstrate		118.6	118.6	114.3
	Half viscosity level		92.8	92.8	90.6
Reaction time to half viscosity level (sec.)	Control (untreated)		829 (83)	1326 (94)	463 (74)
	Stirring	8000r/min., 5 min.			1163 (89)
		18000r/min., 7 min.	∞ (109)	∞ (112)	
		18000r/min., 9 min.	∞ (113)		
	Grinding				∞ (98.2)
	Airation	10 min.			1290 (91)
		30 min.			∞ (96)

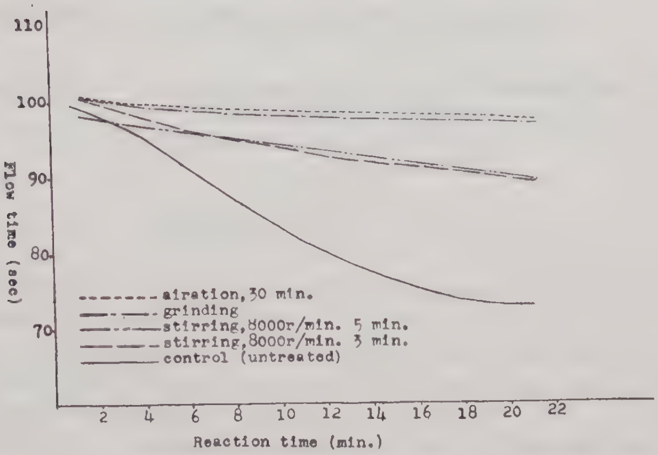
* Sprase is the hyaluronidase preparation of Mochida Seiyaku Co., Ltd.

達すると報じている．後者の場合卵黄の存在のために遊離した H-ase の不活性化が遅れ，酵素実在量が上記の日数で最高になつたものと思われる．

筆者の小実験に於いてもラッテの睾丸は均質化の為のホモゲナイザーによる攪拌に対し相当安定（稀釈度によりては必ずしも安定でない）であるが，これも組織液膠質が少くともその一因であろう．また睾丸性 H-ase 製剤として "sprase" を用い，蒸溜水稀釈の場合の攪拌による不活性効果を試験し第7表及び第9図の如き成績を得た．従つてこれまで述べた種々の効果は精液 H-ase のみに特有のものではないと思われる．

本実験に於ては H-acid 分解力のみで組織拡散力は検討しなかつた．以上要するに，授精上に於ける応用価値は一応論外としても，精液の取扱いに於いて空気との接触をさけ，またゼラチンや卵黄を添加して稀釈貯蔵することは H-ase 保存の点からしても有意義なことであり，また H-ase の測定にあたり蒸溜水で稀釈したものゝ均質化等により本酵素が著るしく不活性化されることが判つた．

Fig. 9. Effect of stirring, airation and grinding on activity of the hyaluronidase preparation "sprase"*.



* Sprase is the hyaluronidase preparation of Mochida Seiyaku Co. Ltd.

摘　　　　要

（1） 牡牛精液の H-ase 不活性化並にその阻止に対する実験を行い，酵素作用は粘度法によつて測つた．

（2） 蒸溜水で稀釈した場合，攪拌，通気，磨砕により精液中の H-ase は極く短時間に不活性化される．また振盪によりても緩除ながら不活性化される．これは H-ase 活性基中の易酸化原子団の酸化によるものであろう．

（3） 卵黄〝グルコチトラート〟で稀釈して場合は上記処理により不活性化しない．これは卵黄の効果によるものである．

（4） ゼラチンヒドロゾル1%，発情牛膣粘液，澱粉糊液（1%）も H-ase の活性保護の効果がある．卵黄やこれらの物質は保護膠質となり，酵素の酸化を防ぐものと思はれる．

（5） 過酸化水素水（32%）の酵素破壊作用は大であるが，ハイドロキノン水溶液（5%）は攪拌に対し H-ase 安定剤としての効果は認められなかつた．

ヒアルロン酸精製の御好意を賜つた東大医学部薬学科相沢登氏，精液を供与されれた岡山県岡山種畜場辛島場長並に技官岡秀氏さらに当教室の湯原正隆，田辺昭両君の御助力に深謝する．

文　　　　献

1) 秋谷七郎，相沢登 (1952)；Hyaluronidase に就て．スプラーゼ文献集，第Ⅰ輯，PP. 1〜9.

2) Bergenstal, M., William, D. and Scott, W. (1948); Studies on hyaluronidase. J. Amer. Med. A., **137** (17), PP. 1507〜1511.

3) McClean, D., Hale, C. W. (1941); Studies on Diffusing Factors the Hyaluronidase activity of Testicular Extracts, Bacterial Culture Filtrats and other agents that increase tissue permeability. Biochem. J. **35** (1, 2), PP. 159〜183.

4) 永山武美 (1950)；ビタミンC研究の趨勢．化学の領域，**4** (10), PP. 9〜17.

5) 荻野周三 (1951)；孵化鶏卵のビタミンC代謝. 科学, **21** (11), P. 592.

6) Sherber, D. A., Bernberg, C. H. & Kurzrok (1948)； Viscosimetric Determination of the Hyaluronidase content of Spermatozoa. Endocrinology, **42** (1), PP. 20～25.

7) 高嶺浩 (1952)； ウシの精液保存に伴う Hyaluronidase の消長に就いて. 医学と生物学, **25** (2), PP. 86～89.

8) 山根甚信 (1952)；繁殖生理学領域に於ける Hyaluronidase の意義. スプラーゼ文献集, 第Ⅱ輯, PP. 60～69.

薄荷の育種學的研究　第2報

核学的考察に拠る薄荷属の系統学的研究*

池　田　長　守・宇　渡　清　六

Studies of Mint Breeding II
Karyological Consideration on the Phylogeny of the Genus *Mentha* L.

Nagamori IKEDA and Seiroku UDO

The following paper represents a preliminary report of cytological studies made on several members of the genus *Mentha*. Since the genus is a very complex one taxonomically, it seems desirable, before proceeding to more detailed cytological and genetical investigations of the genus, to aquire the knowledge about the phylogenetical relationships among the species.

In this investigation, the authors determined the chromosome numbers and tested fertility by open pollination about six species including eleven varieties of the genus. In table one are shown the results, including the results reported in the preceding report made by the authors about *M. arvensis var. piperascens*, as well as the chromosome numbers counted by previous workers. From the data in the table, the following conclusions can be made.

1. Polyploidy is found in the seven species of the genus *Mentha* listed in the table, basic numbers being twelve.
2. *M. rotundifolia* of which somatic chromosome numbers are 24 and are least in the seven species, is linked to the prototype of the genus.
3. A particular polyploidy is found also in certain species such as *gentilis* and *spicata*.
4. It is interesting that the varieties with 36 chromosomes (triploid) and 72 chromosomes (hexaploid) in root tip cells are all sterile and ones with other chromosome numbers are partially sterile. The cause of sterility must be pursued. It may develop many new problems of interest.
5. Finally, the authors point out the fact that the peppermint (*M. piperita*) and the Japanese mint (*M. arvensis var. piperascens*) of which essential oils are in general use, show polyploidy of the highest degree among the species of the genus *Mentha*, as has been already shown in the genus *Triticum* and *Fragaria* by KIHARA.

As is also shown in the table, different authors report different chromosome numbers in certain species and varieties. It may occur in the case where there are polyploidic variations among the varieties of a species and workers find only a part of them, or in the case where heteroploidy exists actually. Another possibility is that the workers might have misidentified species or varieties, or misread chromosome numbers as they are small and numerous.

I　緒　　言

薄荷の精油及び精油中の結晶性メントール（薄荷脳）は，医薬，香料として用途広く，世界的の貿易商品である．わが国に産する薄荷即ち日本薄荷の精油は，含脳量に於いて，同属の他の如

* 本研究の要旨は昭和28年11月，日本育種学会第5回講演会において発表

何なる種の精油にも優り，国産薄荷脳は戦前，戦後を通じて多量に海外え輸出せられた．元来，薄荷属の原産地はユーラシヤ大陸の温帯地方と見なされるが，現在，栽培種及び野生種の分布は世界各地に及んでおり，日本薄荷も収量，耐病性，精油の香気，その他の点に於いて，これら野生種や，外国栽培種の遺伝子を導入して改善されねばならぬ点が多い．それには先づ染色体数の調査を行い，種間の系統関係を明らかにすることが必要である．

薄荷属の染色体数については，外国では Schuerhoff (1927, 1929)[16,17] Wolf (1929)[23], Lietz (1930)[11], Ruttle (1931)[15], Heimans (1938)[7], Glotov (1940)[4], Junell (1942)[3] 等の研究があり，わが国では長尾 (1941)[13], 坪井 (1942)[21], 津田 (1952)[22] 等の研究があるが，必ずしも一致した見解には達していない．筆者等も育種材料として蒐集した各種薄荷の染色体数を確認しておく必要上，その調査を行つたが，結果は必ずしも先人のそれと一致しなかつた．

薄荷属の染色体数に関する従来の研究に異論の多いのは，染色体が小さく，且，数の多いための読み違いもあろうが，一つには種の分類が困難で，その鑑定に誤りがあるのではなかろうかとも考えられる．Briquet (1895)[2] は "*Labiatae*" に於いて，15の種を与えている．この数は多いとは言えないが，併し種の下に subspecies があり，その下に多数の variety があり，form がある．更にこれらの間に容易に雑種を生じ，一度生じた雑種は稔性の如何を問わず根茎によつて繁殖する．この雑種も亦芳香性であるために昔から栽培せられる．事実，欧洲では ***arvensis***, ***aquatica***, ***rotundifolia***, ***longifolia***, ***spicata*** の変種や form の間に自然雑種が存在すると信ぜられる．このようなわけで薄荷属の分類は困難で，議論が多い．故に筆者等はこの点については特に慎重を期し，専門家の意見を聞き，実験材料の出所を明らかにした．

本研究の遂行に当つて，岡山大学理学部大倉永治教授より種々有益な助言を賜わり，京都大学農学部香川冬夫教授よりは，実験結果について批判，御教示をいたゞいた．薄荷の種の分類，鑑定には，東京大学理学部前川文夫助教授並びに同氏を通して同学部原寛助教授をわずらわした．研究材料は岡山県立農業試験場倉敷分場主任茶村修吾技師，北海道農業試験場特作第二研究室長笠野秀雄技官及び茶村技師を通して，武田薬品京都試験農園より供与を受けた．顕微鏡写真は元中国四国農業試験場倉敷試験地主任農林技官岸本活太郎氏に負う所が多い．尚研究費の一部は文部省より交附された科学研究助成補助金による．玆に各位の御好意に対して深甚の謝意を表する．

II 實驗材料及び研究方法

実験材料には先に述べた3ケ所* より得たものゝ外，岡山，福山両市の附近で採集した野生種** を用いた．材料の分類，種の命名は前川助教授の意見に従い，疑義のあるものは原助教授の意見*** を附記した．尚，Hegi 等 (1914)[6], Bailey (1927)[1], 牧野，根本 (1941)[12] を参照した．

染色体数はすべて根端細胞の分裂像によつて決定した．その観察には，根端をナワッシン氏液にて24時間，温度 0～5°C にて固定し，パラフィン切片法で，厚さ 9μ の切片を作り，ハイデンハインの鉄明礬ヘマトキシリン染色法と，根端を 0.002 mol の 8-oxyquinoline 水溶液で前処理し，45%の醋酸水溶液を以つて固定し，2%の orceine 溶液染色による根端押つぶし法[20] とを併用した．

III 観 察 結 果

Mentha rotundifolia (L.) Hudson

本種は西部地中海沿岸地方に普通で，欧洲各地に及び，北，中米にも帰化している．本種の染

*以下，倉敷，北海道，武田と略称する． **厳密には野生化した種 ***標本の鑑定を乞い，両氏の御意見は筆者等えの私信で提示された．併し文責は筆者等にある．

色体数に就いては RUTTLE (1931)[15] は P.M.C. で 12_{II}，根端で 24を，HEIMANS (1938)[7] は 2n=18を，又長尾 (1941)[13] は 2n=24 を，夫々数えた．筆者等は倉敷に由来する材料〔3〕* で観察したが，明らかに 2n=24 であつた (Fig. 14.).

Mentha japonica MAKINO 姫薄荷

本種は本州中北部から北海道に至る水湿地に自生する極東の野生種である．筆者等の材料は武田より得たもの〔55〕で，根端で48の染色体を観察した (Fig. 12.). 本種に就いては先に長尾 (1941)[13] は 2n=49 を数え，筆者等の見解とは一致しない．

Mentha Pulegium L.

本種は地中海沿岸から，北欧，欧露に迄分布する．南欧では野生品の精油を利用し，スペイン，モロッコでは，人造薄荷の原料として小量乍ら栽培される[5]．本種の染色体数については，RUTTLE (1931)[15] は P.M.C. で $(20\sim21)_{II}$，根端で40～42の系統と，P.M.C. で10_{II}，根端で 19～21の系統との2系統あることを示し，長尾 (1941)[13] は 2n=46 を観察している．筆者等の倉敷から譲り受けた材料〔2〕では，上記何れとも異なり 2n=48 であつた (Fig. 13.).

Mentha spicata L. (*M. viridis* L.)

本種は欧洲各地及び北米合衆国，特に後者では広く栽培され，その精油は spearmint oil と称し，大量に市場に出る．HEGI 等 (1914)[6] によれば，本種の野生はフランス，北部イタリヤ及びダルマチヤに限られ，他の欧洲諸国や北アメリカでは至る所に野生化している．本種の染色体数に就いては，SCHÜRHOFF (1927)[16] は n=18 を，RUTTLE (1931)[15]は P.M.C. で $(24\pm2)_{II}$，根端で48～52を，JUNELL (1942)[3] は 2n=36 及び48を夫々数えた．わが国では長尾 (1941)[13]は，元の北海道農事試験場北見支場から得た材料を以つて，2n=36 (緑茎種)，2n=48 (伊太利紫茎種) 及び 2n=84 (米国紫茎種) を観察した．筆者等は倉敷から分与された材料〔8〕(同場では伊太利種と呼んでいる) で，2n=48を数えた (Fig. 6.). 又同場から得た有毛型〔1**〕も2n=48であつた (Fig. 7.).

ドイツやハンガリヤでその精油を利用するために栽培し，又屢々野生化して欧洲各地に自生している皺葉変種に *var. crispata* (SCHRAD) BRIQ. がある．この変種の染色体数に就いては，RUTTLE (1931)[15]，長尾 (1941)[13] は共に，2n=48 を数えた．筆者等は武田から分与された材料〔54〕で 2n=36 を観察した (Fig. 8.).

徳川末期に和蘭より舶来したと称せられ[14,19]，現在帰化して，日本各地の小川の辺等の湿地に自生している *var. crispa* BENTH.（オランダハッカ一現在原産地にあるかどうか判然しない）について，筆者等は福山市で採集した材料〔56, 58〕で 2n=54 (Fig. 10.) を，又倉敷より分与された材料〔4***〕で 2n=48 (Fig. 9.) を夫々観察した．又北海道より分与された本変種の有毛型〔51****〕も 2n=48 であつた (Fig. 11.).

Mentha piperita L.　西洋薄荷

本種は *M. aquatica* × *M. spicata* に由来すると言われる．現在欧洲各地及び北アメリカに多く栽培せられ，又しばしば野生化しているが，併し恐らく何処にも実際に土着のものはないと

*〔 〕の番号は種，変種，品種等の登録番号

** 倉敷では之に *M. canadensis* なる学名を与えているが，之は首肯できない．原は *M. longifolia* (L.) HUD. に何か交雑したものだろうとの意見．

*** 倉敷では *M. sylvestris* と命名されている．　**** 北海道では *M. sylvestris* と命名され，原は *M. spicata*×*M. longifolia* と見る．

考られている．その精油は強い芳香を有し，香料，医薬として国際的に取引せられる．*aquatica* に近いものから *spicata* に近いものまで種々の type があるが，最も多く栽培せられる *var. officinalis* Sole（白薄荷）及び *var. vulgaris* Sole（黒薄荷）は *spicata* に似た披針形の葉を有し，共に subsp. *eupiperita* に属する．ロンドン郊外の Mitcham では，最も古くからこの両変種を栽培し，良質の精油を産出する．白薄荷は精油は特に優秀であるが，草勢が弱いため多く栽培せられない．黒薄荷は草勢強く，精油も良質多収であるために欧洲各地は勿論，アメリカ大陸にまで導入せられ，経済栽培されている．わが国でも北海道日高地方で黒薄荷が若干栽培される．

扨て本種の染色体数については，Schuerhoff (1927)[16] は n=18 を，又 Wolf (1929)[23] は *var. crispa* で n=18 を観察した．之に対して Ruttle (1931)[15] は Mitcham 種の根端で略その2倍数に近い65～69 (2n) を見た．又 Glotov (1940)[4] は 2n=36 と 64の2種類の染色体数を検出した．長尾 (1941)[13] は根端細胞で英国白薄荷（Mitcham 種）2n=72，米国黒薄荷 2n=72，米国白薄荷 2n=84，一種の黒薄荷 2n=68 なる数を報告した．筆者等は黒薄荷の4系統，即ち北海道より分譲された2系統（原地名英国黒薄荷〔47〕，米国黒薄荷〔45〕)．倉敷よりの1系統（原地名米国白薄荷〔5〕）及び岡山市附近で小川の辺の湿地に自生（恐らく野生化）し，オニハッカと俗称する系統〔61，62，63，64〕を調べたが，いづれも 2n=72 であつた (Fig. 3, 4.)．北海道（原地名英国白薄荷〔46〕）及び倉敷（原地名米国黒薄荷〔6〕）より分譲された本種の有毛型* は何れも 2n=72 であつた (Fig. 5.)．

Mentha gentilis L.

本種は *M. arvensis* × *M. spicata* の雑種で，花序は有穂の *spicata* と無穂の *arevnsis* との中間性を示す．欧洲では昔から栽培せられ，農家の庭等に野生化しているが，併し実際に野生のものは見当らないと云われる．

Table 1. Chromosome numbers and fertility of the species, the authors used.

Species or varieties	Somatic chrom. nos.	Pollen fertility %	Seed fertility %	Somatic chrom. nos. counted by previous authors
arvensis var. piperascens	96	45—51	36—62	54 (Wolf), 64 (Nagao) 96 (Ruttle, Tuboi, Tuda)
gentilis var. cardiaca	96	54—55	2.5—4.8	
〃 〃	72	0	0	
piperita var. vulgaris	72	0	0—0.5	36, 64 (Glotov), 65—69 (Ruttle)
〃 pilose form	72	0	0—0.1	36 (Schuerhoff, Wolf) 68, 72, 84 (Nagao)
spicata (viridis)	48	79	9.3	36 (Schuerhoff), 48—52 (Ruttle),
〃 pilose form	48	58	35.7	36, 48 (Junell), 36, 48, 84 (Nagao)
〃 *var. crispata*	36	0	0	48 (Ruttle, Nagao)
〃 *var. crispa*	48	55	35.8	
〃 〃	54	—	—	
〃 〃 pilose form	48	50	17.9	
japonica	48	95	18.1	49 (Nagao)
Pulegium	48	86	23.4	46 (Nagao), 19—21, 40—42 (Ruttle)
rotundifolia	24	88	23.4	18 (Heimans), 24 (Ruttle, Nagao)

* この両系は全く同じ外観を有し，原は *M. longifolia*×*M. aquatica* ? という意見.

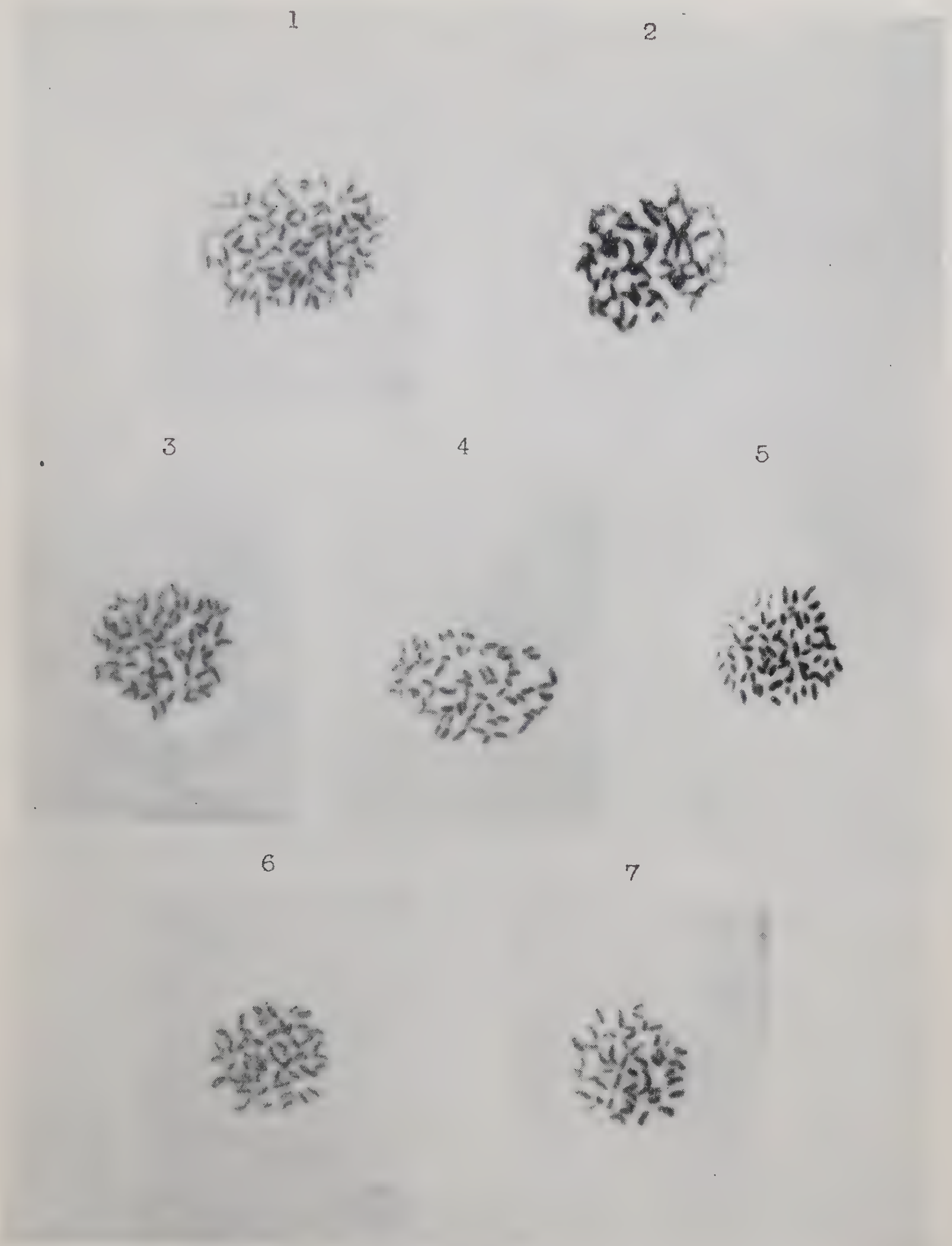


Plate I. Chromosome configurations of the genus *Mentha* ca × 1800

Fig. 1. *M. gentilis* L. *var. cardiaca* BRIQ. from Hokkaido Agr. Sta. 2n = 96
Fig. 2. ditto, collected from Hukuyama-city, wild. 2n = 72
Fig. 3. *M. piperita* L. *var. vulgaris* SOLE, English black mint from Hokkaido Agr. Sta. 2n = 72
Fig. 4. ditto, collected from Oisi, a suburb of Okayama-city, perhaps escaped from cultivation. 2n = 72
Fig. 5. *M. piperita* L. a pilose form, from Hokkaido Agr. Sta. 2n = 72
Fig. 6. M. spicata L. 2n = 48
Fig. 7. ditto, a pilose form. 2n = 48

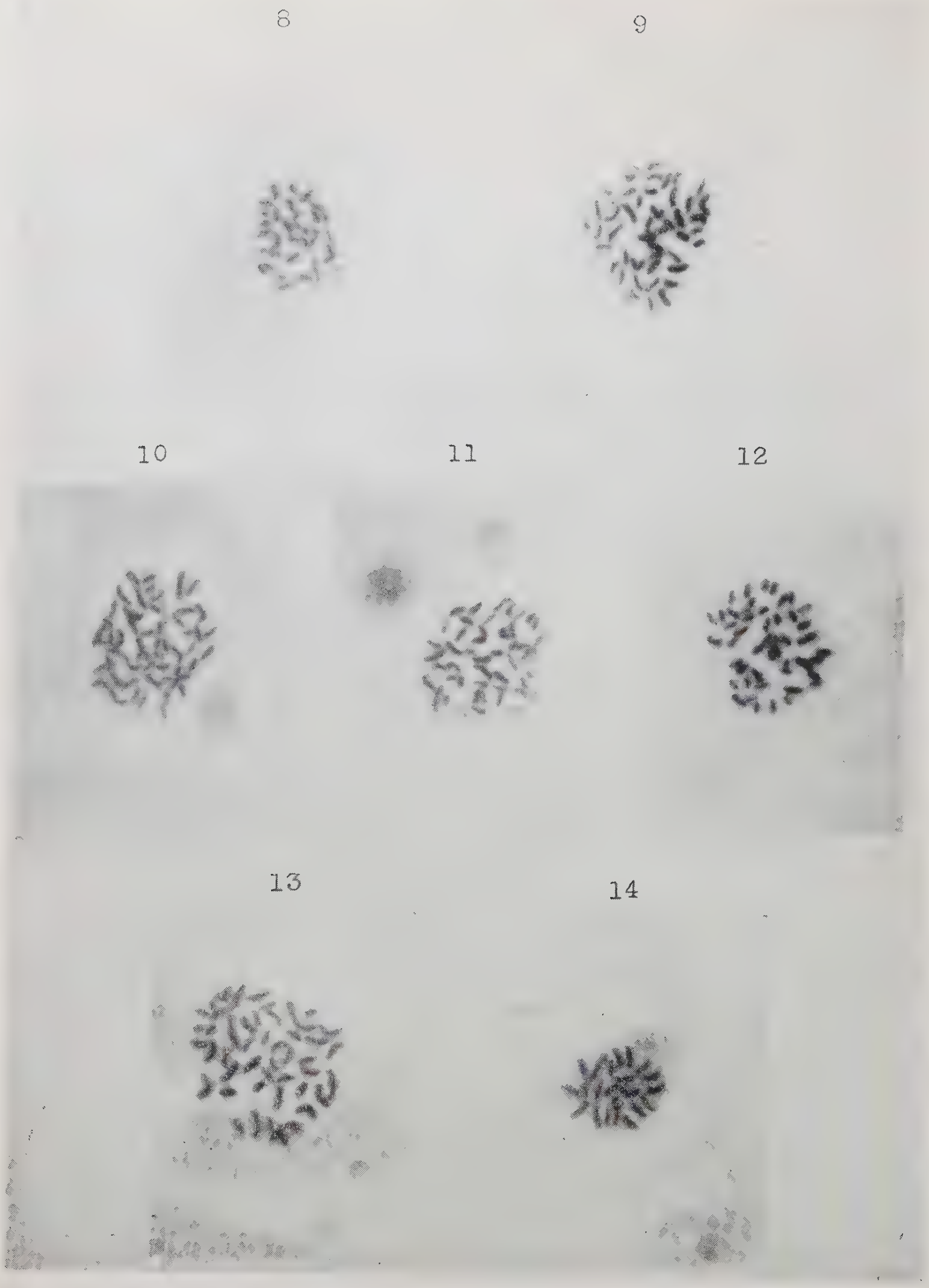


Plate II. Chromosome configurations of the genus *Mentha* continued ca × 1800

Fig. 8. *M. spicata* L. *var. crispata* (SCHRAD.) BRIQ. 2n = 36
Fig. 9. *M. spicata* L. *var. crispa* BENTH. from Kurasiki Agr. Sta. 2n = 48
Fig. 10. ditto, collected from Hukuyama-city, wild. 2n = 54
Fig. 11. ditto, a pilose form, from Hokkaido Agr. Sta. 2n = 48
Fig. 12. *M. japonica* MAKINO 2n = 48
Fig. 13. *M. Pulegium* L. 2n = 48
Fig. 14. *M. rotundifolia* (L.) HUDSON 2n = 24

北海道（原地名米国白薄荷〔48〕）及び倉敷（原地名英国白薄荷〔7〕）から分与された供試両系は全く同じ外観を呈し，原によつて *var. cardiaca* BRIQ. と命名せられたが，何れも 2n=96 であつた（Fig. 1.）．筆者等が福山市で野生状態にあるのを採集し，先の2系統とは明らかに区別できるが，やはり同一変種に属する材料〔57〕では 2n=72 が観察された（Fig. 2.）．

IV 論　　議

第1表は薄荷属の染色体数に関する筆者等の既往の研究[8]と本報とを取りまとめ，之に他の研究者によつて数えられた染色体数を書き添えたものである．本表は薄荷属の全代表種を網羅している訳ではなく，重要な種，例えば *aquatica*, *longifolia*, *Requienii* 等が含まれておらず，又種の中に変種も多いから，薄荷属の染色体数について論ずるには不充分で，今後の研究によつて補わねばならぬ点も多いが，玆では一応筆者等の観察の範囲内において論議を進めたい．

（1） 種間の倍数性；SCHUERHOFF (1929)[17] は本属の種の間に9を基本数として倍数関係があるとしたが，同氏の決定した染色体数には可なりの異論がある．RUTTLE (1931)[15] は本属の多くの種が，12を基本数とする事を見たが，*Requienii* (n=9), *Pulegium* (n=10 及び 20) の例外を認めた．又長尾 (1941)[13] は外国種の間に12を基本数とする倍数性を認めたが，日本種を例外とした．筆者等の観察では第1表に示す如く，*arvensis*, *gentilis* 2n=96；*piperita* 2n=72；*spicata*, *japonica*, *Pulegium* 2n=48, *rotundifolia* 2n=24 であつて，（種の中の染色体数の変異については後に述べる．）*Requienii* の観察は欠けているが，*Pulegium*, *arvensis* を含み，12を基本数として広範囲にわたつて種間の倍数性が認められる．而して染色体数の最も少い *rotundifolia* が本属の prototype につながると考えられる．

（2） 種内の倍数性；薄荷属の種内の倍数性については，長尾 (1941)[13]が *piperita* と *spicata* で，JUNELL (1942)[3] が *spicata* で，RUTTLE (1931)[15] が *Pulegium* で夫々観察している（第1表）．又 RUTTLE(1931)[15], SCHUERHOFF(1929)[17] 等の観察によつて，欧洲産の *arvensis*は 2n=72 が定説となつているが，12を基本数と仮定すると（以下同様の仮定の下に論議を進める），日本産の *arvensis* と $6x:8x$ の関係が成り立つ．筆者等の観察では，*gentilis var. cardiaca* で $6x$ と $8x$, spicata で $3x$, $4x$ 及び $4x+6$ (2n=54) が見られる．$4x+6$ の6染色体についての解明は，今後の研究にまたなければならぬが，基本数 $x=12$ の今一つ前の proto basic number $x'=6$ と考えれば，$2n=4x+x'$ という想像が成り立つ．変種間，系統間又産地によつて染色体数に倍数的変異があり得るとすれば，第1表の *rotundifolia* や *spicata var. crispata* に見られる，諸研究者によつて与えられた異なる染色体数も，あながち読み違い或は種の鑑定の誤りとして捨て去ることは出来ない．

尚，*piperita* や *japonica* で，諸研究者の結果を綜合すると，染色体数の異数的変異ではないかと思われる数の違いが見られる．薄荷は染色体が多いため，その少数の増減によつて，形質にも，生活力にも大した影響はないであろう，又そのためにたとえ稔性が落ちても，栄養的に増殖するから，異数性のまゝ残ることも想像できる．従つて日本菊の園芸品種間に見られる様[18]に，異数性の存在も可能である．併し染色体は小さく多数で読み難く誤読の疑もある．

（3） 染色体数と稔性；第1表に示す如く，薄荷の稔性は完全ではない．2n=24, 48, 96 のものは部分稔性であるのに対して，2n=36, 72 のものは完全不稔である．2n=54のオヲンダハッカについては，数字的調査を欠いているが，葯も完全であり，種子も多量に生じたから，少くとも部分稔性である．2n=36 植物は triploid であるから，その不稔は当然考えられるが，hexaploid

と想察される 2n=72 植物の完全不稔及び aneuploid の 2n=54 植物の部分不稔は Genom の種類と関聯して，種の系統関係を明瞭ならしむる上に今後追求せねばならぬ課題である．

（4） 染色体数と有用性； 日本薄荷（*M. arvensis var. piperascens*）と西洋薄荷（*M. piperita*）は貿易作物として広く栽培されることは前に述べた．之等は本属中最高次はそれに次ぐ数の染色体を有する．これは木原（1930, 1931）[9,10] が *Triticum* や *Fragaria* で指摘している「一属中の種の間に倍数性が存在する際には有用種は高次，野生種は低次」という原則に一例を加える．

V 摘　　要

本研究に於いて，筆者等は薄荷属の11変種を含む6種の染色体数を決定し，既報の日本薄荷を加え，是等7種について系統学的考察を行つた．

1. 筆者等は薄荷属植物の基本染色体数を12と考える．而して上記7種間の染色体数には明瞭な倍数関係が認められる．

2. 是等の7種の中で染色体数の最も少い *rotundifolia* が本属の prototype 又は之につながるものと考えられる．

3. 染色体数の倍数関係は，種内の変種，系統の間にも見られる（第1表，*gentilis*, *spicata*）．

4. 体細胞染色体数36（triploid）及び72（hexaploid）の種或は変種は，すべて完全不稔であり，他の染色体数を有するものは部分不稔である．その原因の解明は今後の研究に待ちたい．

5. 精油が広く利用せられる日本薄荷と西洋薄荷とは，属の中で最高次の倍数性を示す．

尚，諸研究者は種及び変種の染色体数に関して，可なり異なる数を報告している（第1表）．これは（1）．種の中に倍数的変異が存在し，それぞれの研究者の観察がその一部のみにとゞまる場合，（2）．種又は変種の染色体数に異数的変異が存在する場合，（3）．種又は変種の鑑定の誤り，（4）．染色体数の誤読等が原因と考えられる．

引　用　文　献

1) Bailey, L. H. 1927 : The standard cyclopedia of horticulture. 2034～2035.

2) Briquet, J. 1895 : *Labiatae*. In Engler u. Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien.

3) Darlington, C. D. and Janaki, A. 1945 : Chromosome atlas of cultivated plants. London.

4) Glotov, V. 1940 : C. R. (Doklady) Acad. Sci. U. R. S. S., **28**. 450. *

5) Guenther, E. 1949 : The essential oil. Vol. III. Toronto, New York and London.

6) Hegi, G., Gamo, H. und Marzell, H. 1914 : Illustrierte Flora von Mitteleuropa. **V** Band, **4** Teil. 2335～2357.

7) Heimans, J. 1938 : Chronica Botanica **4**, 389. *

8) 池田長守，小合龍夫，1954 : 薄荷の育種学的研究 第1報，日本薄荷の染色体数．岡山県立農業試験場臨時報告，第49号．

9) Kihara, H. 1930 : Karyologische Studien an *Fragaria* mit besonderer Berücksichtigung der Geschlechtschromosomen. Cytologia, **1**.

10) Kihara, H. 1931 : Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. I, II, III. Cytologia, **1** u. **2**.

11) Lietz, J. 1930 : Beiträge zur Cytologie der Gattung *Mentha*. Heil- und Gewürzpflanzen. **12**. 73～86, 113～131.

12) 牧野富太郎，根本莞爾，1941 : 訂正増補日本植物総覧，東京．

13) 長尾正人，1941：薄荷草属の細胞遺伝学的研究，札幌農林学会報，**32〜158**，28〜36.

14) 小野蘭山撰，梯南洋増補重刻，1844（弘化元年）：重修本草綱目啓蒙.

15) Ruttle, M. L. 1931 : Cytological and embryological studies on the genus *Mentha*. Gartenbauwiss. **4**. 425〜468.

16) Schuerhoff, P. N. 1927 : Zytologsiche Untersuchungen über *Mentha*. Beit. z. Biol. d. Pfl. **15**. 129〜146.

17) Schuerhoff, P. N. 1929 : Zytologische und genetische Untersuchungen an *Mentha* u. ihre Bedeutung für die Pharmakognosie. Arch. Pharm. u. Ber. dtsch. Pharm. Gesel. **267**. 515〜526.

18) Shimotomai, N. 1933 : Zur Karyogenetik der Gattung *Chrysanthemum*. J. Sci. Hiroshima Unv. Series B, Div. **2**, Vol. **2**, Art. **1**, 1〜100.

19) 白井光太郎，1929：植物渡来考，東京.

20) Tjio, J. H. and Levan, A. 1950 : The use of oxyquinoline in chromosome analysis. Annal de la Estac. Exper. Aula dei **2** (1) : 21〜64.

21) 坪井八十二，1942：コルヒチンに依る薄荷倍数体の作成，植物及動物，**10〜5**，488〜490.

22) 津田周彌，1952：薄荷育種に関する基礎的研究　第1報，北海道産及び中国産薄荷の染色体数について，日本作物学会紀事，**21〜1**，2.

23) Wolf, P. 1929 : Cytologische Untersuchungen über verschiedene Formen der *Mentha piperita*. Beit. z. Biol. d. Pfl. **17**.

* 印は間接引用.

木材並びに樹木の分光化学的研究

(第V報) 内標準法による，木材，樹木並びに土壌試料の分光定量分析について．

畔　柳　　　鎮

Spectrochemical studies of woods and trees.
(V) On the quantitative spectrographic analysis of wood, tree and soil samples by the internal standard method.

Shigeru KUROYANAGI

The concentration of the element in a sample may be measured by the determination of the spectral line intensity of the element, because the line intensity of the element is affected by the concentration of the element in the sample. The actual determination of line intensity can be made by a visual comparison or an electrical measurement of the persistent line of the unknown sample by means of a series of photographs of the persistent lines of the known concentrations of the element. To accomplish this determination, it is usual to use an internal standard line.

In this study, Sn and C lines have been used as control or internal standard for quantitative analysis of the samples of woods, trees and soils to be examined. It seems that if the powdered samples are changed to solutions, C lines may better be used as the internal standard lines than Sn lines; still, it is necessary to improve the accuracy of the method taking the following factors into consideration:

(1). The preparation of standard and unkown samples.
(2). The loss of the samples from the spark.
(3). The penetration of solution into the carbon electrode.

緒　　　言

発光スペクトル中に現はれる，各含有元素の輝線の強さとその元素又は分子濃度とは，或る一定の関係にある事は，既に今迄発表した二，三の研究報告[1) 2) 3)] にも述べた．更にこの輝線強度測定法による樹木灰分の定量分析の結果の二三については，第四報[4)] にて報告し，その分析精度については，未だ不充分な点の多い事を指摘した．しかし之の原因についてはまだ不明の点が多かつた．玆に再びこの発光定量分析について，斯様な粉体試料に最も適合すると思はれる内部標準法 (Internal standard method) による実験の結果を報告し，その誤差の原因並びにその補正法について検討を加えた．

分光分析は供試量が僅かでよい事，同一スペクトルから，一時に多量の元素が分析出来る事及び所要時間も極めて短かくてよい事等の長所を有するから，林学農学の研究分野にも，将来大いに活用されてよい方法と考えられるが，唯この様な粉体試料の定量分析の精度が低い点が甚だ遺憾であつた．本研究報告が，多少とも斯学の発展に役立つならば，筆者の最も喜びとする処である．しかし何分未だ研究途上にあつて，不備な点も多いと思う．諸賢の叱正と御教導を得て，将来の研究を期したい．

本研究遂行に当り，特に御指導と鞭撻を受けました，横浜大学教授　丹野楯彦先生並びに島津製作所研究部工作課兼物理課長　橘芳実氏及び実験操作と結果取纒について多大の労を得た，本林学教室助手石川達芳君，雇員塩津栄嬢に対し，この機会に深く謝意を表す次第である．

1.　發光定量分光分析の理論と内部標準法

試料を適当な方法で発光させ，プリズムで分散して得られるスペクトル中には，試料中に含まれる元素の原子又はイオンによつて，輻射された輝線を見出し得る．この輝線の強さは，含有元素の量に関係するので，今その強さをI，元素の濃度をCとすれば，Iは

$$I = f(C, F) \qquad (1)$$

で現される．Fは器械その他発光条件等の濃度以外に輝線強度に関係する因子である

今このFの条件を一定にすれば，[illegible]輝線の強度はその濃度によつて定まる．あらかじめ目的元素を含む標準試料の各濃度階に於けるスペクトルを撮影し，同一乾板上に被分試料のスペクトルを撮込み，その元素の出す特定の輝線を選び，その強さを測定すれば，後は内挿法によつて濃度を決定する事が出来る．

然るに，このFに含まれる条件を一定にしても，このFが同一であるかどうかをスペクトル毎に検討する必要がある．[illegible]，内部標準線と称し，[illegible]本実験では，[illegible]，この問題を検討した．

2.　試　料　と　電　極

[illegible]20～30年生のものを用いた．[illegible]は8[illegible]，[illegible]，[illegible] 10g宛，[illegible]，カスバーナー上で，[illegible]した．[illegible] 1：10 に加え，[illegible]直径5mmの[illegible] 2.5mm 深さ 2.5mm（内容積0.01cc）の[illegible] 75°C にて3[illegible]とした．

[illegible]．

①　岡山県真庭郡川上村蒜山原黒土（No.1）

②　〃　苫田郡富村内採草地（No.2）並びに檜造林地（No.3）

③　[illegible]（No.4）[illegible]（No.5）

さてこの電極と試料の間隔は，前述の（1）式中のFに[illegible]．[illegible]2mmがこの中間で[illegible]場合にも，この[illegible]．[illegible]集光レンズの[illegible] 2mm になる様に調整した．[illegible]

る事も難しい事であつて，金属材料に比して，粉体試料の発光定量分光分析の精度の悪い原因はこの点にあるものと考えられる．従つて一応は以上の方法をとつたが，この点に関しては後に詳しく検討を加える予定である．

3. 實驗装置とその条件

スペクトル線の黒化度は種々の因子によつて変るものであるが，その大部分は（1）式のFに基きた関聯を有するので，Fを恒常化する為にとつた一定条件を述べる．

（1） 装置，中型水晶分光写真器（QF 60型）

（2） 集光レンズの配置，中間結像法

（3） 火花発生器，Feussner 型，一次電圧 A.C. 90V，二次電圧 15,000V，誘導線輪の L 0.8 mH．モータースイッチによつて交流曲線の頂点にて発光させ安定した火花を生ず．

（4） スリットの巾，0.03 mm（定性の時は 0.005 mm）

（5） 露出時間，2 分間，露出開始前に30秒間の予備放電

（6） 乾板，富士プロセス Hard（4′×10′）分光写真乾板　FD 31にて7分間現像（20°C）

4. 輝線黒化度の測定と定量方法

乾板の露光条件とその黒化度をDとすると，一般にその露出の光量との関係は，或る範囲内では直線であり

$$D = \gamma \log It^{p} + k \qquad (2)$$

で示される．然に γ, p, k. は乾板及び現像の条件によつて定まる常数で，t は露出時間，I は乾板に入射する光の強さである．この乾板上の輝線黒化度の測定は自記式濃微光度計(Densitometer)を使用したが，本器は一定の光源から出た光を乾板に照射し，通過する光線を一定間隔のスリットを通じて光電池に導き，光量によつて変化する光電々流を検流計並びにランプアンドスケールの読みで，黒化度を知り得るものである．

今本器のスリットの巾を一定として，乾板の露出を与えられない部分と黒化した輝線部を通る光の強さを $d_{\circ}$, d とし，検流計の読みを $A_{\circ}$, A とすると，

$$D = \log \frac{d_{\circ}}{d} = \log \frac{A_{\circ}}{A} \qquad (3)$$

によつて黒化度が得られる．

今目的元素の輝線の黒化度が（2）式の直線部にあれば前述の（1），（2）式から

$$D = \gamma \log f(C) + \gamma p \log t + k \qquad (4)$$

この中，γ. p. k は同一乾板上では各スペクトルに共等しいと考えることが出来るから（4）式は又次の様に書替える事が出来る．

$$D = \alpha \gamma \log C + \beta \qquad (5)$$

然に α は実験条件によつて定まる常数，γ，及び β は乾板の種類並びに現像の条件によつて定まる常数とする．C は元素の濃度である．（5）に（3）を入れると

$$\log \frac{A_{\circ}}{A} = \alpha \gamma \log C + \beta \qquad (6)$$

この式中 $A_{\circ}$ は同一乾板内であれば，各スペクトルに共同一である筈であるから，検流計の読みによつて，直ちにその元素濃度を測定出来る．即ち標準試料を用いて，同一の乾板内に撮込んだ濃度既知の元素の，各濃度階における輝線を測定して，これと濃度との関係を図化して置け

ば，検体中の目的元素の輝線の読みをその上にスポットすれば，図上から濃度を知る事が出来る．

内標準線を測定して，各スペクトル毎にその強さが異なれば，（6）式の α が各スペクトルによつて違う事を示すものであるから，夫々の目的元素の読みをこれによつて修正しなければならない．

今各々のスペクトル中の内部標準の読みが，l_1，l_2，l_3，………l_n，その平均が l であつた場合，検体の或るスペクトルに於ける目的元素の輝線の読みを A_1，そのスペクト内の内標準線が l_1 で与えられるならば，その元素の読みの修正値 A_x は，

$$A_x = \frac{l}{l_1} \cdot A_1 \qquad (7)$$

で計算される．

又以上の二線の黒化度 d_{A1}，と dl_1，との差 ΔD は（3）式より

$$\Delta D = d_{A1} - d_{l1} = \log\frac{d_\circ}{d_{A1}} - \log\frac{d_\circ}{d_{l1}} = \log\frac{d_{l1}}{d_{A1}} = \log\frac{l_1}{A_1} \qquad (8)$$

即ち，（8）式は二線の黒化度の差は検流計の振れの比の対数で与えられる事を示す．この時，標準物質の濃度が C_l であつたとすると

$$D_l = \gamma \log f(C_l) + \gamma P \log t + k \qquad (9)$$

（4）（9）式から

$$\Delta D = D - D_l = \gamma \log\frac{f(C)}{f(C_l)} = \gamma \log F(C,\ C_l) \qquad (10)$$

即ち（10）式から ΔD も又濃度の函数であるから，これによつても濃度を決定出来る．但し（10）式が成立する為には発光の条件が一定ということが満されなければならない．

5.　實驗結果並びに考察

〔A〕 内標準物質に錫を用いた場合

先づ内標準物質として錫を選んだ理由であるが，二三予備実験の結果

（a） 感度が良く，添加量の僅かな変化に対しても，黒化度の差が鋭敏であること．

（b） 0.1～0·01 mol の濃度に於いて，波長 2,400～3,500Å の範囲内に略等間隔的に，数本のしかも，色々の黒化度の輝線が分布していること．

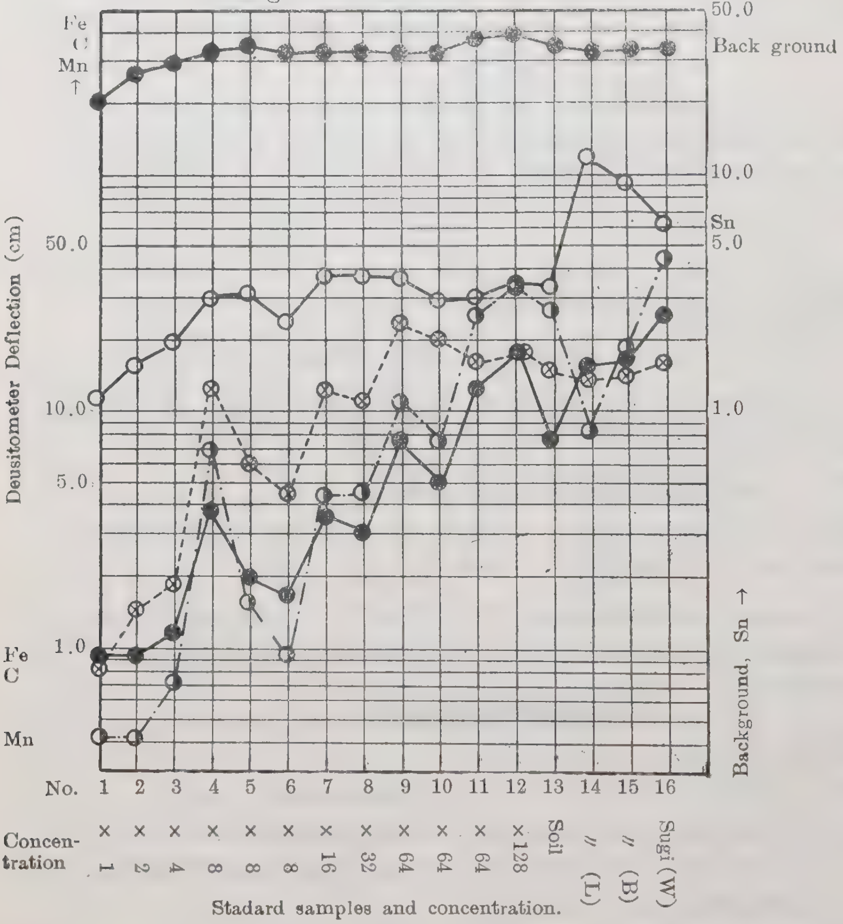
（c） 目的元素と重複する線が少ないこと．

（d） 検体試料中には錫が認められなかつたこと．

等の理由に依るものであつて，塩化第一錫（$SnCl_2$）を用いた．

本実験では同一スペクトルから，同時に，鉄，硼素，硅素，マグネシウム，マンガン，燐，銅，アルミニュム，ナトリウム，カルシウム，加里，の11元素を定量しようとするもので，従つて濃度比較用の標準溶液は次の配合を採つた．$FeCl_2 \cdot 4H_2O$，KCl 各々 1.0 mol，及び H_3BO_3，SiO_2，$MgCl_2 \cdot 6H_2O$，$MnCl_2$，P_2O_5，$CuSo_4$，$Al(So_4)_3$，NaCl，$CaCl_2$ を各 0.1mol づゝ加えて原液とし，これを順次倍率づゝの蒸溜水に稀釈して，溶液列を作り，その各々に0.1mol 宛の $SnCl_2$ を含む様に錫を添加して焼込んだ．Fig. 1 はこの標準液の各スペクトル毎のカルバの読みの変化を鉄（2395.6Å），マンガン（2605.7Å），炭素（2836.7Å），錫（2546.6Å）及び炭素の測定線の近くの乾板の地の黒さ（Back ground）の各々について，試料番号の順に配列したものである．No. 1—No. 12 迄が標準溶液，No. 13 は土壌，No. 14，15，16 はスギの葉，皮，材各々の灰分である．No. 4 と No. 6 とは同じ 8 倍液であるが間隔を 1 mm と 3 mm に変えてその影像を見たものである．この二つはスペクトルに大きな変化が認められた．（写真 I 参照）図に於いて，この変動

Fig. 1. Densitometer deflection of samples in the case of using Sn as an internal standard.



に対しては，錫より炭素の線が鋭敏に反応を示している．又，マンガンの試料毎の変動に対しても，錫より炭素の方がより平行的な変動を示している．又錫の強さは，各試料共一定量を加えているのであるから，一様な強度を示さなければ，ならない筈であるのに，例えばNo. 14の如く発光条件以外の変動が見られる．この原因にはまだ不明な点が多いが恐らく発光中の試料の飛散，或は炭素棒えの浸透が原因しているものと考えれらる．この点No. 13以下の炭素棒とBackgroundは余り変りがない．

又この図に於いて，錫，炭素，Backgroundの各々は，元素の濃度と関係なく，各スペクトルに於いて同じ強さを示さねばならない筈なのに，三つ共，溶液濃度の高い領域に於いて，黒化度が高い事を示した．この原因には標準物質中の鉄の輝線が大きく関係していると思われた．即ち，鉄は非常に多数の輝線を持ちこれが目的元素の輝線に接近して存在するので，高濃度列に於いては，この輝線の影響を受けて，先づ，Backgroundが濃くなる．その結果，炭素線も錫の線も黒化度が高くなり，斯様にガルバの読みに関係したのであろうと想像される．従つて茲にBackgroundによる補正も考えねばならぬが，今こゝでは触れない．

以上の結果より，次回の実験では，次の対策に注意しなければならぬ．

（1） 本実験に於いて，まだ発光状態に変動が見られるから，各測定値は補正しなければならない．この補正には内部標準として添加した錫の線よりも炭素の 2509.1Å，2512.03Å 又は，2837.6Å，2836.7Å の線の読みを使用するのがよい様である．

（2） 標準溶液から $FeCl_2$ を除く方がよいと思はれる．これは他の元素に影響する点が多い理由の他に炭素棒を切つたり，孔をあける為に，鋼鉄製の器具を使うから，この為に鉄の混ずる危

険もあり，その定量値も無意義な場合が起り得るからである．

（4） 本実験に用いた標準溶液の濃度では，B, Si, P, Ca, の濃度が足りない．又Kは感度不良の為定量困難であつた．

（5） 分光器のスリットの巾が，使用器械の個有誤差の為に若干狭かつた様である．因にスリットの巾が狭いと，検量線の傾斜が急となつて，濃度測定範囲が狭くなる．

〔B〕 内標準として炭素の輝線を用いた場合，

前項の実験結果の考察から，本実験では標準溶液の濃度を，H_3BO_3 SiO_2, P_2O_5, KCl を 1mol, $MgCl_2 6H_2O$, $MnCl_2$, $CusO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, NaCl, を 0.1 mol づゝ，更に $CaCl_2$ の 0.5 mol を加えたものを採用した．即ち標準溶液から鉄を除いた事と，前実験で不足した元素を増量した．そして内部標準として特に新しい元素を添加せず炭素線を以つて内標準線とした．

標準溶液のスペクトルに於いて，Background, C, Ca, Mn, Mg, の各試料別の電流計の読みの変化を Fig. 2. に示す．又検体試料並びに標準溶液のスペクトル写真の一部を Photo Ⅱ，Ⅲ，に示す．このFig. 2 に於いて，Backgroundの測定値は，標準溶液の濃度によつて若干の影響を受けたが，鉄を含んだ前回の結果よりは，その影響は僅かであつて，この点は鉄を除く事によつて著しく改善された．各元素につき，まだ発光条件の差は若干見られるが，その変動は炭素線に殆んど平行的に現はれているので，これによつて補正出来る．しかしこの発光条件の変動も前回に比して余り大きなものではないから，（9）（10）式の $\varDelta D$ による検量線も考えられるが，その計算を計算尺で行う場合は，（7）式の補正法による方が遙かに早いのでこれは行はなかつた．Fig. 3. はこの補正値による検量線である．各供試々料の炭素線による補正値をこの図上にスポットし得られた分析値は Table 1 に一括表示した．

Fig. 2. Densitometer deflection of samples in the case of using C line as an internal standard.

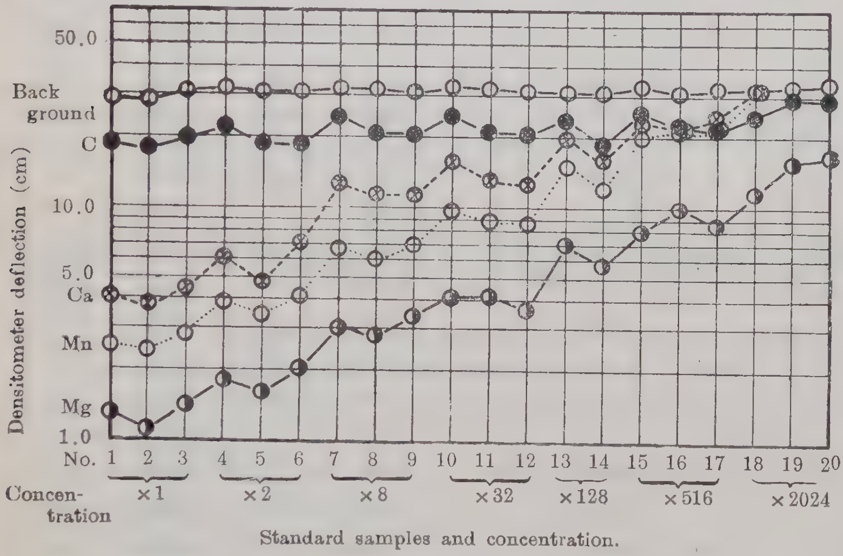


Fig. 3 の検量線の傾斜とその測定値の散布度から推測するに，本実験の定量分析の誤差範囲は，元素によつてまだ相当大きなものがある．この原因としては，炭素電極への試料の充填方法，発光中の飛散，炭素棒えの浸透等が考えられる．又 Table 1 の結果からまだ試料の種類によつては，標準溶液の濃度以外の元素濃度を有するものがある．従つて分析精度を高める為には，上記の試料と炭素棒との関係を改善する一方，各試料に応じた標準溶液を用いなければならない．或は試料自体に対しても，この標準溶液濃度内にスポット出来る様な処理が望ましく感じられた．

Fig. 3. Working curve for determination of elements using C line (2836.7A) as an internal standard.

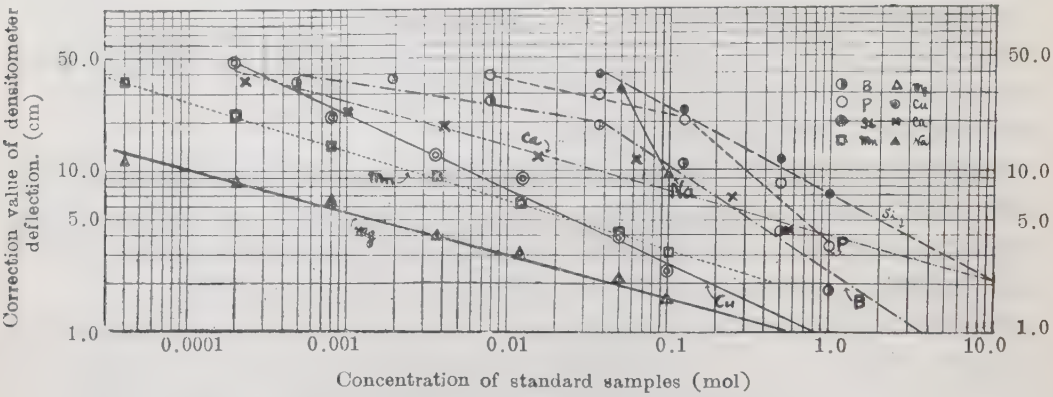


Table 1. Quantitative analytical value (mol) of samples (×10 solution)

Samples \ elements		B	Si	Mn	P	Mg	Ca	Cu	Na
Soil	1	0.058	0.54	0.0001	0.01(b)	0.001	0.002	0.0003	—
〃	2	0.066	1.0(a)	0.0005	〃	0.001	0.002	0.0015	—
〃	3	0.042	〃	0.0036	0.13	0.035	0.001	0.0051	—
〃	4	0.046	〃	0.0006	0.03	0.013	0.001(b)	0.0003	—
〃	5	0.070	〃	0.0014	0.05	0.009	〃	0.0076	—
Icho	L	0.550	0.07	0.0260	0.23	0.150	0.210	0.0270	0.066
(*Ginkgo*	B	0.036(b)	0.03(b)	0.0017	0.01(b)	0.002	0.620	0.0008	0.058
biloba L.)	W	〃	〃	0.0007	〃	0.005	1.00(a)	0.0011	0.060
Hinoki	L	〃	0.35	0.0006	〃	0.002	0.250	0.0011	—
(*Chamaecyparis obtusa S&Z*)	B	〃	0.34	0.0014	〃	0.050	0.50(a)	0.0013	—
Sugi	L	〃	0.74	0.0013	0.12	0.011	〃	0.0029	—
(*Cryptmeria japonica*	B	〃	1.0(a)	0.0007	0.02	0.500	〃	0.0036	—
D. Don.)	W	〃	0.06	0.0001(b)	0.01(b)	0.036	0.270	0.0010	—
Akamatsu	L	〃	0.21	0.0011	〃	0.008	0.250	0.0002	—
(*Pinus densflora*	B	〃	0.03(b)	0.0003	〃	0.026	0.020	0.0001(b)	—
S. et Z.)	W	〃	〃	0.0078	〃	0.002	0.280	0.0017	—
Arakashi	L	0.083	0.64	0.0170	0.14	0.100	0.50(a)	0.0036	—
(*Quercus glauca*	B	0.036(b)	0.03(b)	0.0005	0.01(b)	0.042	〃	0.0001(b)	—
thunb.)	W	〃	〃	0.0008	〃	0.005	〃	〃	—
Yamasakura	L	〃	0.04	0.0002	〃	0.006	0.150	0.0003	—
(*Prunus donarium*	B	〃	0.05	0.0007	〃	0.016	0.50(a)	0.0007	—
Sieb. var.)	W	〃	0.03(b)	0.0001(b)	〃	0.004	0.018	0.0001(b)	—
Tsubaki	L	0.390	0.13	0.10(a)	0.02	0.025	0.50(a)	0.0016	—
(*Camellia japonica*	B	0.230	0.23	0.10(a)	0.03	0.200	〃	0.022	0.06
L.)	W	0.007	0.03(b)	0.056	0·01(b)	0.110	0.400	0.0005	—

Notes; L…Leaf. B…Bark, W…Wood, (a)…above, (b)…blow.

又スリットを調節して，もつと検量線の傾斜が大となる様にするならば，その精度も増すと考えられる．

尚内標準線として炭素線を使う事には色々の異論もあろうが，電極間隔が厳格に調整され，火花が試料を入れた孔の周囲の炭素棒の表面に適度に落ちる関係にあれば，簡単で良い方法と思はれる．但しこれは本実験の様に粉体試料を溶液として充填した場合の結果にあつて，粘稠な試料で外側の炭素棒まで被はれ，且つ予備放電後も尚炭素棒の表面が一様に現はれない様な場合とか，間隔が適当でなく，大き過ぎたり，火花が試料にばかり飛ぶ様な場合には，この限りではない．適当な内標準物質を添加して行はねばならない．

6. 総　　括

（1）　本研究は，木材，樹木，並びに土壌等の粉体試料の発光定量分光分析の精度向上を目的として，内標準法による実験を行つた．

（2）　試料を溶液とし，電極間隔が適当に保たれるならば，内標準物質として必ずしも新しく他の元素を添加せずとも，炭素の輝線（2509.1Å，2512.03Å，2836.7Å，2837.6Å）を内標準線として使つてよい．

（3）　濃度比較用の標準試料及び試料中に鉄が多いと（0.1 mol 以上），他の元素の定量の妨げとなる．

（4）　本質的な誤差として，試料の充填方法，発光中の飛散，炭素棒への浸透等が考えられるから，この点を改良しなければ高い精度は望まれない．

文　　献

1) 畔柳鎮（1953）：（第一報）発光分光分析による樹木生理，特に微量元素の影響に関する研究．分光研究第四号 P. 9.

2) 畔柳鎮（1953）：（第二報）発光スペクトルによる定性分析の感度と木材，樹木並びに土壌中の微量元素の含有量について．関西林学会四国大会研究講演集．P. 26.

3) 畔柳鎮（1953）：（第三報）発光スペクトルによる木材並びに樹木中の化学元素の定性分析について．岡山大学農学部学術報告．第二号．P. 92.

4) 畔柳鎮（1953）：（第四報）発光スペクトルによる木材並びに樹木灰分の定量分析の二，三について．関西林学会鳥取大会にて講演（要旨印刷中）

5) W. R. Brode (1952) : Chemical Spectroscopy.

6) G. R. Harrison (1952) : M. I. T. Wavelenght Table of 100,000 Spectrum Lines.

7) Herbert Dingle (1950) : Practical applictions of Spectrum Analysis.

8) 応用物理学会編（1953）：分光分析．

寫　眞　説　明

Photo. I.　（部分拡大×7）内標準物質として錫（0.1 mol）を添加した標準溶液（鉄を含む）の濃度並びに電極間隔によるスペクトル写眞の変化を示す．

Photo. II.　（部分拡大×7）供試体のスペクトル写眞の一例（内標準物質として何等添加せぬもの）

Photo. III.（部分拡大×7）内標準として特に新しい元素を添加せず又鉄を除いた標準溶液のスペクトル写眞の濃度による変化を示す．

Photo III. (part)
Series of concentration (2) except Fe.
(Internal standard C)

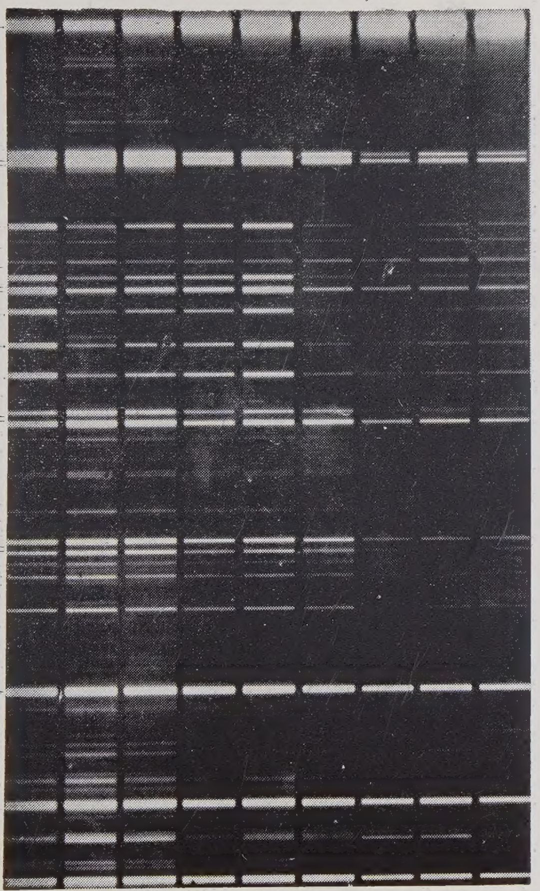


Photo II. (part)
Spectrum of samples.

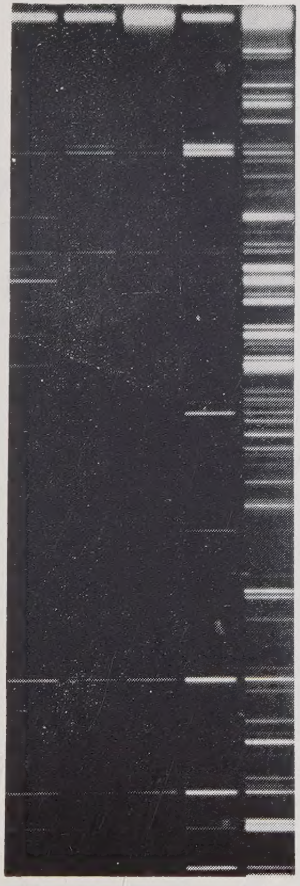
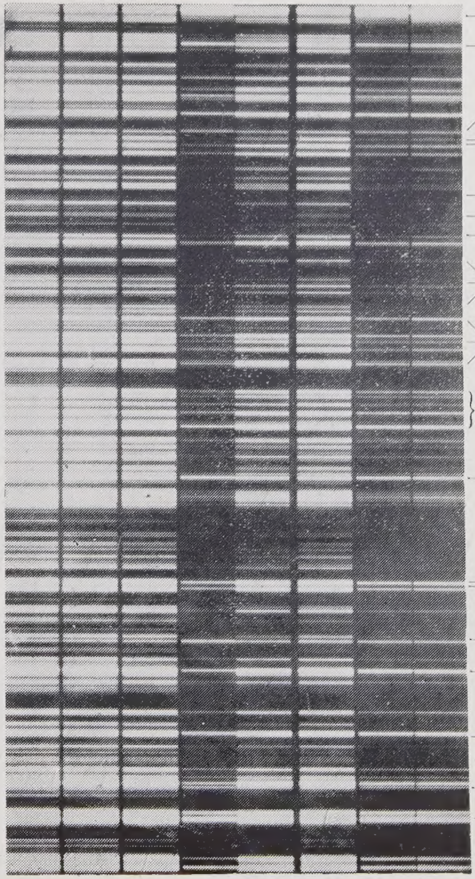


Photo I. (part)
Series of concentration (1) contain Fe.
(Internal standard Sn)



岡山大学農学部学術報告 第4号

昭和29年3月 5 日印刷
昭和29年3月10日発行

岡山市津島
編輯兼発行者 岡山大学農学部

岡山市天瀬30の2
印刷所 中国印刷株式会社